

Bruno Celso Silva Ferreira

## **Como Construir com Inteligência: Novos Desafios Tecnológicos e Ambientais**

Universidade Fernando Pessoa



Porto, 2014



Bruno Celso Silva Ferreira

## **Como Construir com Inteligência: Novos Desafios Tecnológicos e Ambientais**

Universidade Fernando Pessoa



Porto, 2014

© 2014  
Bruno Celso Silva Ferreira  
“TODOS OS DIREITOS RESERVADOS”

Bruno Celso Silva Ferreira

## **Como Construir com Inteligência: Novos Desafios Tecnológicos e Ambientais**

Universidade Fernando Pessoa

Este trabalho é original, tendo sido desenvolvido com recurso á bibliografia subscrita, e apoiada nos conteúdos programáticos do Manual de Estilo de Elaboração de Monografias, Edição da Universidade Fernando Pessoa

---

Monografia apresentada á Universidade  
Fernando Pessoa, como parte dos  
requisitos para obtenção do grau de mestre  
em Engenharia civil

Porto, 2014

## **Sumário:**

A seleção deste tema deve-se ao fato de para além de ser um tema bastante interessante, o fato de possuir também uma perspetiva futura muito interessante, sobretudo quando contextualizado como solução de problemas tais como dependência energética, poluição e excesso de população.

Apesar de muitos dos conceitos ligados ao tema não serem assim tão recentes, a verdade é que os recentes avanços tecnológicos, (informática e robótica), associados a novas ideologias, (preservação do meio ambiente e energias renováveis), e a diferentes conjunturas, nomeadamente a crise económica de 2009, trouxe uma nova perspetiva sobre o tema e sobre as suas potencialidades.

Consultando a Internet é possível reunir varias informações sobre como construir com inteligência passando por temáticas como os edifícios Inteligentes, a sustentabilidade ou até mesmo os serviços de saúde em casa, contudo ainda é algo difícil perceber qual a importância que estes aspetos podem vir a desempenhar no futuro. Isto advém em grande medida, da própria dificuldade dos autores em concordar sobre o que realmente é um edifício inteligente e qual pode ser a sua importância para as cidades no futuro.

Desta forma o objetivo deste trabalho passa por abordar os conceitos base do que são edifícios inteligentes desde a sua génese até ao presente, não só a partir do ponto de vista tecnológico como também do ponto de vista ambiental e da forma como estes se articulam, principalmente num período de dificuldade económica como o vivido nos dias de hoje.

Hoje em dia torna-se demasiado redutor só pensar os edifícios inteligentes a partir da sua componente tecnológica uma vez que a sua adaptabilidade permite que sejam uma solução para um número muito maior de problemas, alguns dos quais onde a componente tecnológica perde o seu lugar de destaque para a componente ambiental, onde um design inteligente pode potenciar grandes melhorias com o mínimo de gastos económicos.

Em conclusão um edifício Inteligente é nos dias de hoje muito mais que a soma das suas partes seja ela tecnológica, económica ou ambiental. A “verdadeira” Inteligência está em conjugar o melhor de cada vertente potenciando o que têm de melhor de forma a proporcionarem uma qualidade de vida acrescida ao utilizador sem comprometer o meio e sem implicar gastos económicos in comportáveis.

**Abstract:**

The selection of this topic is due to the fact that in addition of being a very interesting topic, it also has a very interesting future perspective, especially when contextualized as a solution to problems like energy dependence, pollution and overpopulation.

Although many of the concepts related to the subject aren't that new, the truth is that recent technological advances (in computer science and robotics), associated with new ideologies (like preservation of the environment and renewable energy), and the different economic settings, including the economic crisis of 2009 brought a new perspective on the subject and on their potential.

Querying the Internet is possible to gather information about how to build intelligently through themes like Smart Buildings, sustainability or even the services of home health, yet it is still difficult to realize how important these aspects could be in the future. This is in large part due the authors own difficulty in agreeing on what really is a smart building and what it may be its role in the future cities.

Therefore, the objective of this work involves addressing the basis of what really is an intelligent buildings since its inception to the present, concepts not only from the technological point of view but also from an environmental point of view and how these are articulated, especially during a period of economic difficulty as we live today.

Nowadays it becomes too little to only think about smart buildings from its technological component since its adaptability allows it to be a solution to a much larger number of problems, some of which, where the technological component loses its place emphasis for the environmental component, where a smart design can produce major improvements with minimal economic costs.

In conclusion an Intelligent Building is today much more than the sum of its parts be it technological, economic or environmental. The "true" Intelligence is to combine the best of each strand leveraging what is better in order to provide an added quality of life to the



user without compromising the environment and without creating excessive economic spending

## **Dedicatória:**

Dedico este trabalho aos meus pais Antero e Manuela, pelo esforço e sacrifícios, mas principalmente pelo apoio, compreensão e carinho, sobretudo nas horas menos boas. Por serem quem são e me terem ensinado tudo que sei e fazerem de mim o que hoje sou.

Aos meus avós paternos por me ajudarem a crescer e ensinarem que com esforço tudo se consegue. Em especial à minha Avó “Micas” que com a bela idade de 91, ainda continua a ser uma inspiração.

Aos grandes amigos que fiz nesta casa, pela amizade, companheirismo, pelas “épicas” sessões de estudo, pelo bom humor e pelas parvoíces.

Um especial obrigado à minha “Maninha”, por tudo aquilo que representas-te durante este tempo e ainda representas, pelo incentivo e pelos “puxões de orelhas” e sem a qual esta aventura não teria sido a mesma.

## **Agradecimentos:**

Na apresentação deste trabalho, não poderia deixar de agradecer a orientação do Prof. Doutor Luís Pinto Faria que desde a abordagem inicial ao tema, passando pela estrutura e crítica aos conteúdos, sempre manifestou a sua disponibilidade e conselhos preciosos, sem os quais este trabalho não teria sido realizado.

Também os meus agradecimentos à Câmara Municipal de Oliveira de Azeméis na pessoa do Arq. Humberto Brandão da Graça, que forneceu inúmera documentação sobre o edifício do Parque do Cercal.

## Índice Geral:

<b>Sumário:</b> .....	<b>V</b>
<b>Abstract:</b> .....	<b>VII</b>
<b>Dedicatória:</b> .....	<b>IX</b>
<b>Agradecimentos:</b> .....	<b>X</b>
<b>Índice Geral:</b> .....	<b>XI</b>
<b>Índice de Figuras:</b> .....	<b>XIII</b>
<b>Índice de Tabelas:</b> .....	<b>XV</b>
<b>Índice de Quadros:</b> .....	<b>XVI</b>
<b>Lista de Acrónimos e Glossário:</b> .....	<b>XVII</b>
<b>Introdução:</b> .....	<b>1</b>
<b>Capítulo I Enquadramento Conceptual:</b> .....	<b>5</b>
1.1 Como Construir com Inteligência? .....	5
1.2 As Smart Cities (Cidades Inteligentes): .....	7
1.3 A Importância do Edifício Inteligente: .....	10
1.4 Tendências: .....	15
1.5 Definição de Edifício Inteligente: .....	16
<b>Capítulo II Componente Ambiental:</b> .....	<b>19</b>
2.1 Construção Sustentável: .....	19
2.1.1 Edifícios Sustentáveis: .....	22
2.1.1.1 A Energia Solar e os Edifícios: .....	24
2.1.1.2 Ventilação Natural: .....	28
2.1.1.3 Iluminação: .....	31
2.2 – Energia: .....	32
2.2.1 Energias Renováveis: .....	34

2.2.1.1	Energia Solar: .....	35
2.2.1.1.1	Painéis fotovoltaicos: .....	38
2.2.1.1.2	Painéis solares térmicos: .....	40
2.2.1.2	Energia Eólica: .....	41
2.2.1.3	Energia Geotérmica: .....	45
<b>Capítulo III</b>	<b>Componente Tecnológica: .....</b>	<b>49</b>
3.1	– Tecnologias e Protocolos: .....	50
3.1.1	Sistema X-10: .....	51
3.1.2	Sistema EIB/KNX: .....	53
3.1.3	Sistema Lonworks: .....	55
3.2	A Domótica ao serviço do Utilizador: .....	57
3.2.1	Domótica e Saúde: .....	59
3.2.1.1	Wearable Technologies: (Vestuário tecnológico, Implantes e dispositivos microcápsulas): .....	60
3.2.1.1.1	SmartVest: .....	62
<b>Capítulo IV</b>	<b>Casos de Estudo: .....</b>	<b>65</b>
4.1	Componente Ambiental Caso de Estudo: .....	65
4.1.1	Apresentação do edifício: .....	65
4.1.2	O Edifício e as condições do meio: .....	68
4.1.3	O Edifício e as estratégias Bioclimáticas: .....	70
4.1.4	O Edifício a Ventilação e a Qualidade do Ar: .....	72
4.2	Componente Tecnológica Casos de Estudo: .....	76
4.2.1	The Gator Smart Tech House: .....	76
4.2.2	Matilda Smart House: .....	79
4.3	Quadro Resumo: .....	82
<b>Conclusões:</b>	<b>.....</b>	<b>84</b>
<b>Bibliografia:</b>	<b>.....</b>	<b>88</b>

## Índice de Figuras:

Figura 1: Smog em Nova Iorque .....	6
Figura 2: Integração de sistemas na cidade inteligente.....	8
Figura 3: Os Pilares da Sustentabilidade.....	21
Figura 4: Vertentes do Edifício Sustentável;.....	23
Figura 5: Percursos do sol ao longo do ano.....	25
Figura 6: Radiação solar durante o ano.....	26
Figura 7: Ângulo de incidência .....	27
Figura 8: Funcionamento de uma chaminé solar;.....	30
Figura 9: Arrefecimento pelo solo;.....	31
Figura 10: Produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis .....	34
Figura 11: Radiação solar Europa;.....	36
Figura 12: Insolação anual em Portugal Continental, (normais climatológicas 1931 a 1960) .....	37
Figura 13: Esquema de painel fotovoltaico.....	38
Figura 14: Diferentes tipos de células de silício, (a) monocristalina, (b) policristalina, (c) amorfo .....	39
Figura 15: Esquema de funcionamento de painéis solares térmicos .....	40
Figura 16: Aerogeradores.....	42
Figura 17: Parques Eólicos instalados em Portugal (2001).....	43
Figura 18: Áreas com Potencialidades Geotérmicas e Gradiente Geotérmico Médio em Portugal .....	46
Figura 19: Esquema de uma bomba de calor geotérmica .....	47
Figura 20: Sistemas de furos verticais a) Sistemas de furos horizontais b) .....	48
Figura 21: Esquema rede X-10.....	52
Figura 22: Exemplo de dispositivos X-10.....	52
Figura 23: EIB logo .....	53
Figura 24: Componentes sistema EIB.....	54
Figura 25: Tipologia de uma rede EIB.....	55
Figura 26: Echelon logo .....	55
Figura 27: Imagem de um dispositivo típico.....	56

Figura 28: Pirâmide etária, Portugal (em percentagem da população total), 2001 e 2011; .....	57
Figura 29: Arquitetura SmartVest.....	62
Figura 30: Sinal ECG captado pelo MedVest .....	63
Figura 31: Protótipos Vestuário Inteligente: .....	64
Figura 32: Edifício Parque do Cercal – Apresentação.....	65
Figura 33: Edifício Parque do Cercal – Apoios pilares Arvore.....	67
Figura 34: Parque do Cercal – fotos do terreno.....	68
Figura 35: Parque do Cercal – dados meteorológicos .....	69
Figura 36: Parque do Cercal – Fotos fachada Sul.....	70
Figura 37: Parque do Cercal – Ventilação Natural funcionamento.....	71
Figura 38: Parque do Cercal – Ganhos solares Inverno.....	71
Figura 39: Parque do Cercal – Ganhos solares Verão .....	72
Figura 40: Parque do Cercal – Ventilação Inverno.....	73
Figura 41: Parque do Cercal – Ventilação Verão .....	73
Figura 42: Parque do Cercal – Funcionamento do sistema geotérmico (Inverno) .....	74
Figura 43: Parque do Cercal – Funcionamento do sistema geotérmico (Verão).....	75
Figura 44: Gator Tech Smart House (GTSH).....	76
Figura 45: Gator Tech Smart House Layout .....	77
Figura 46: Piso Inteligente .....	78
Figura 47: Manequim Matilda.....	79
Figura 48: Manequim Matilda.....	79

## **Índice de Tabelas:**

Tabela 1: Rendimento painéis solares.....	39
Tabela 2: Subclassificação de pequenas turbinas elétricas; .....	44



## **Índice de Quadros:**

Quadro 1: Classificação energia Geotérmica .....	45
Quadro 2: Características Casos Práticos.....	82

## Lista de Acrónimos e Glossário:

**Edifício:** construção com a finalidade de abrigar atividades humanas. Cada edifício caracteriza-se pelo seu uso habitacional, cultural, de serviços, industrial, entre outros.

**Sustentabilidade:** princípio, segundo o qual o uso dos recursos naturais para a satisfação de necessidades presentes não pode comprometer a satisfação das necessidades das gerações futuras

**Energia renovável:** é a energia que vem de recursos naturais como sol, vento, chuva, marés e energia geotérmica, que são recursos naturalmente reabastecidos

**Sinergia:** é definida como o efeito do trabalho ou esforço coordenado de vários subsistemas na realização de uma tarefa complexa ou função.

**Energia eólica:** energia que provém do vento

**A Energia solar:** designação dada a todo tipo de captação de energia proveniente do sol

**Energia geotérmica:** é a energia obtida a partir do calor proveniente da Terra, mais precisamente do seu interior

**Viabilidade:** se algo vale a pena ou não, se pode trazer frutos positivos ou negativos

**Automação:** é um sistema automático de controlo pelo qual os mecanismos verificam o seu próprio funcionamento, efetuando medições e introduzindo correções, sem a necessidade da interferência do homem

**Recursos naturais:** são elementos da natureza que são úteis ao Homem no processo de desenvolvimento da civilização, sobrevivência e conforto da sociedade em geral

**Inteligência Artificial (IA):** é um ramo da ciência da computação que se propõe a elaborar dispositivos que simulem a capacidade humana de raciocinar, perceber, tomar decisões e resolver problemas

**Vida útil do edifício:** período durante o qual as construções respondem às exigências de funcionamento para as quais foram projetadas e construídas

**Impacto ambiental:** é a alteração no meio ambiente ou em algum de seus componentes por determinada ação ou atividades humana

**Tecnologia da Informação (TI):** é a área de conhecimento responsável por criar, administrar e manter a gestão da informação através de dispositivos e equipamentos para acesso, operação e armazenamento dos dados, de forma a gerar informações para tomada de decisão

**Conforto ambiental:** tem como objetivo adequar os princípios físicos envolvidos e as necessidades de carácter ambiental - hidrotérmicas, visuais, acústicas e da qualidade do ar interno e externo aos projetos construtivos

**Edifícios verdes:** são prédios que têm uma preocupação especial com o meio ambiente e com a correta utilização dos recursos naturais necessários ao seu funcionamento e ao correto tratamento dos resíduos gerados por essa utilização. Assim, a preocupação com a eficiência e com a qualidade é sempre voltada para o mínimo impacto ambiental possível

**Domótica:** é uma tecnologia recente que permite a gestão de todos os recursos habitacionais. O termo “Domótica” resulta da junção da palavra latina “Domus” (casa) com “Robótica” (controlo automatizado de algo). É este último elemento que rentabiliza o sistema, simplificando a vida diária das pessoas, satisfazendo as suas necessidades de comunicação, de conforto e segurança.

**Arquitetura bioclimática:** consiste no desenho dos edifícios tendo em consideração as condições climáticas, utilizando os recursos disponíveis na natureza (sol, vegetação, chuva, vento) para minimizar os impactos ambientais e reduzir o consumo energético.

**QREN:** Quadro de Referência Estratégico Nacional constitui o enquadramento para a aplicação da política comunitária de coesão económica e social em Portugal

**UTA:** Unidade de Tratamento de Ar é um dispositivo usado para condicionamento e circulação de ar, como parte de um sistema de aquecimento, ventilação e ar condicionado. Normalmente, uma UTA consiste numa grande caixa metálica que contém um ventilador mecânico, elementos de aquecimento e arrefecimento, elementos de filtragem, atenuadores de ruído e grelhas de admissão e saída.

**AVAC:** constitui a tecnologia destinada ao conforto ambiental interior, sobretudo em edifícios e em veículos. As siglas "AVAC" significam "Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado" (em inglês "heating, ventilating and air conditioning" “HVAC”), referindo-se às três funções principais e intimamente relacionadas daquela tecnologia

## **Introdução:**

Este trabalho monográfico teve como principal motivação a exploração do tema da construção inteligente, dado ser uma temática atual, que engloba preocupações presentes e futuras, e que constitui uma mais-valia devido ao grande potencial que esta área apresenta. As crescentes preocupações ambientais e energéticas e os custos inerentes para o ambiente e a qualidade de vida dos utilizadores foram elementos que propiciaram o desenvolvimento deste trabalho, apresentando técnicas e tecnologias, que em conjugação ou por si só permitem melhorar a qualidade das construções e consequentemente a qualidade de vida dos seus utilizadores.

A presente monografia intitulada “Como Construir com Inteligência: Novos Desafios Tecnológicos e Ambientais” tem como objetivo explorar e compreender conceitos como edifício inteligente, otimização energética e tecnologias de saúde, de forma a reunir métodos e técnicas que quando aplicadas na construção de novos edifícios possibilitem a criação de soluções mais amigas do ambiente e que melhor se adaptam as necessidades reais de cada utilizador.

O conceito de edifício inteligente surge na década de 60, e encontra-se fortemente ligado ao uso de tecnologia e automatização de tarefas, com o objetivo de melhorar o conforto dos utilizadores. Este trabalho visa contemplar para além do aspeto tecnológico inerente à génese dos edifícios inteligentes, outros aspetos igualmente importantes como o aspeto ambiental e social e a forma como o edifício inteligente pode ser incorporado no meio sem comprometer as necessidades dos utilizadores.

Apesar do conceito de Edifício Inteligente já contar com cerca de cinco décadas, a evolução das tecnologias e ideologias, torna-o algo difícil de determinar. A tecnologia, (sistemas domóticos e automação), é para muitos o principal fator a ter em conta, sendo o edifício mais ou menos inteligente consoante o número de tecnologias que envolve e articula. Contudo existe também uma corrente ideológica que para além da valorização do aspeto tecnológico, privilegiam sobretudo a forma como o edifício se relaciona com o meio e a forma como esta relação se desenvolve, tirando partido dos recursos presentes e integrando-os como variáveis ativas do próprio edifício. Esta forma de pensar aumenta a

influência do próprio conceito de edifício inteligente, integrando no seu universo novos elementos e conceitos como bioclimático e sustentabilidade. Existem ainda outros que argumentam que o utilizador é o aspeto fundamental, sendo fortemente vocacionados para fatores como o conforto e a qualidade de vida.

Devido a esta dificuldade acrescida, o objetivo primordial deste trabalho passa por compreender a evolução do conceito de edifício inteligente, conjugando a importância da relação entre tecnologia, meio e utilizador, apresentando casos concretos onde a introdução destas técnicas apresentam uma clara melhoria, e da forma como essas melhorias podem ser utilizadas para o melhoramento de novos edifícios e novas cidades.

Na elaboração deste trabalho recorreu-se na consulta bibliográfica, a revistas e artigos disponíveis na internet e também a documentação e catálogos de empresas que laboram na área em estudo.

No decorrer do trabalho serão apresentadas várias situações e soluções aplicadas, que pretendem exemplificar o potencial da utilização dos edifícios inteligentes, na mitigação e resolução de problemas específicos e adequados a cada situação e de que forma a extrapolação dessas soluções pode melhorar as condições criadas por problemas semelhantes.

A monografia está estruturada em quatro capítulos base. O capítulo I faz um enquadramento conceptual sobre como construir com inteligência e de que forma as cidades podem beneficiar com a introdução de edifícios inteligentes no seu património edificado como possível solução de problemas, como a otimização energética e consumo excessivo de recursos. Dessa forma procura-se focar a relevância que os edifícios Inteligentes podem desempenhar numa cidade do futuro dotando-a de Inteligência, e convertendo-a numa Smart City com capacidade de corresponder as necessidades do presente enquanto antecipa necessidades e problemas futuros.

É ainda abordado a evolução do conceito de edifício inteligente, abordando a evolução que o mesmo conheceu desde a sua génese nos anos 60, até aos dias de hoje, onde a importância ambiental e social desempenham também um papel fundamental. Para além de abordar a história dos edifícios inteligentes neste capítulo é ainda abordado o conceito de edifício inteligente atual, onde se integram as preocupações ambientais e sociais e

ainda as tendências que esse novo conceito desenvolve na conceptualização dos novos projetos. Neste capítulo é ainda abordado a importância dos edifícios inteligentes e qual o seu papel no futuro especialmente na relação entre os edifícios o meio e o Utilizador.

No capítulo II, o que se refere á sua otimização energética, é abordado o aspeto ambiental dos edifícios inteligentes nomeadamente a sustentabilidade dos mesmos. Este capítulo estabelece uma relação entre os Edifícios Sustentáveis e os Edifícios Inteligentes É apresentado um conjunto de técnicas e conceitos que permitem melhorar o design do edifício, tornando-o mais inteligente, possibilitando uma melhoria dos desempenhos energéticos e os ganhos que essa melhoria possibilita, não só em termos económicos mas também em termos ambientais. Este capítulo foca a grande importância da relação do edifício com o sol, e na forma que o estudo do comportamento deste pode ser uma mais-valia na obtenção de ganhos energéticos, quer em termos térmicos quer no aspeto da luminosidade

Aborda-se ainda o tema da energia e a importância que esta desempenha, no balanço económico e energético de um país, nomeadamente Portugal. Para além disso é feita uma análise das necessidades energéticas do país, relacionando-se a capacidade produtora energética com a fonte de onde é obtida.

É ainda feito o levantamento e comparação com outros países, das potencialidades de Portugal em obter energia de forma alternativa às energias fósseis, nomeadamente fontes de energia renováveis e de que forma estas novas tecnologias podem ser aplicadas aos edifícios inteligentes.

O capítulo III, intitulado “Componente Tecnológica”, aborda o aspeto mais tecnológico dos edifícios inteligentes, ilustrando-se qual os protocolos e tecnologias mais usados e presentes no mercado e a que tipo de situação estes se adequam. Este aspeto tecnológico dos edifícios inteligentes, procura incidir na perspetiva do utilizador e da forma como um edifício inteligente deve ser capaz de se adaptar às necessidades do utilizador integrando equipamentos e conceitos que permitam não só melhorar o conforto do utilizador mas também a sua qualidade de vida.

Para além disso neste capítulo, é focado um grupo etário bem definido, nomeadamente os utilizadores mais idosos, e como a introdução de tecnologia pode ajudar as suas vidas diárias. As tecnologias médicas são um dos elementos em foco neste capítulo, sendo

apresentado alguns exemplos de tecnologias que quando bem enquadradas podem significar ganhos qualitativos na vida dos seus utilizadores.

Por fim, no Capítulo IV são apresentados três casos de estudo referentes às matérias abordadas nos capítulos anteriores. O primeiro caso prático, que complementa o estudo do Capítulo II, (Componente Ambiental) apresenta um caso prático concreto onde é possível verificar a utilização de técnicas e tecnologias que melhoram o comportamento do edifício em termos energéticos e a relação com o meio, transpondo o estudo teórico para um caso real, desenvolvido em Portugal.

O complemento do estudo do capítulo III, (Componente Tecnológica), é feito com a apresentação de dois casos de estudo desenvolvidos pela Universidade da Florida, onde é apresentada tecnologia específica que permite aos utilizadores interagir com o seu ambiente, facilitando tarefas que os utilizadores, devido à sua idade avançada, têm maior dificuldade em executar.

## **Capítulo I Enquadramento Conceptual:**

### **1.1 Como Construir com Inteligência?**

Desde os tempos primitivos quando a humanidade abandonou o seu estilo de vida coletor/caçador e passou para o estilo cultivador/criador, que as populações começaram a conviver em maior numero e em zonas cada vez mais próximas.

As razões que levaram os seres humanos ancestrais a adotarem este estilo de vida são várias desde a necessidade de obtenção de maiores quantidades de alimentos, de proteção contra predadores até á construção de melhores abrigos. Esta capacidade de ocupar uma zona e molda-la conforme as suas necessidades deu origem as antigas aldeias que por sua vez foram a génese das cidades como as conhecemos hoje.

A evolução das aldeias para cidades foi sendo consolidada ao longo dos tempos adquirindo com o decorrer do tempo mais e mais importância consoante o aumento da população, dos serviços e tecnologias.

A revolução industrial foi um dos grandes impulsionadores para a constituição das cidades como polo da atividade humana, do ponto de vista que marcou uma grande mudança na relação entre o ser humano e a cidade. A partir deste momento assistiu-se a uma mudança radical nos estilos de vida e hábitos de consumo e principalmente ao aumento descontrolado do consumo de recursos, sobretudo recursos não renováveis.

A estes fatores acresce o fenómeno do êxodo rural, o que provocou uma ainda maior concentração da população nas áreas urbanas, o que por si só agravou ainda mais os problemas que a concentração da população em zonas muito próximas viria a originar.

Na verdade, e de acordo com Gomes (2009), a área necessária para uma dada cidade satisfazer as suas necessidades e eliminar os seus resíduos, esta estabelecida no rácio de 1:3, ou seja é necessário o triplo da sua área de implantação para satisfazer as suas necessidades na totalidade.

Isto significa, que quanto maior for a concentração da população maior será a quantidade de recursos necessários para satisfazer as suas necessidades. Isto é ainda mais preocupante quando se estuda o impacto no meio, uma vez que esse mesmo impacto não se restringe somente aos limites da sua área geográfica.



Segundo o mesmo autor, “As cidades têm um funcionamento semelhante a um organismo vivo, possuem um metabolismo próprio, baseado num fluxo de recursos e produtos, consomem recursos e produzem resíduos.” Gomes, (2009, p. 16).

Nos dias de hoje, muitas cidades já sofrem um problema concreto de demografia. Em algumas cidades do nosso planeta a concentração de população é tal que a qualidade de vida começa a sofrer sérios problemas. Já existem situações onde o acesso a água potável, saneamento ou mesmo ar limpo começa a ser um problema real, tal como problemas de saúde crónicos como a bronquite ou problemas associados ao sistema cardiorrespiratório. Um dos exemplos mais claros nos dias de hoje é o problema do *smog*. A palavra “*smog*” resulta da junção das palavras da língua inglesa “*smoke*” (fumo) e “*fog*” (nevoeiro) e são a forma mais comum da poluição atmosférica de que as cidades são alvo. Este problema é o resultado direto da excessiva concentração de motores de combustão interna que para além de provocarem claros danos na saúde dos seus residentes também tem um impacto muito preocupante no património edificado da cidade.



**Figura 1: Smog em Nova Iorque**

**Fonte:** <http://pt.wikipedia.org/wiki/Smog>

Outro problema que as cidades atuais enfrentam é o problema do consumo energético. De acordo com dados da UNEP, (**United Nations Environment Programme**) recolhidos em 2011, as cidades para além de agregarem 50% da população mundial contribuem para 60-80% do consumo de energia e 75% das emissões de carbono, produzidas, sendo ainda mais preocupante que segundo a mesma organização o crescimento populacional previsto

para 2040, fará com que a população do planeta aumente dos 7 mil milhões para os 9 mil milhões.

É neste contexto que surge o conceito de Smart Cities, (cidades inteligentes), onde de acordo com Pereira cit. in Palo, (2006, p. 16), “os edifícios inteligentes e sustentáveis têm hoje um papel decisivo na manutenção da qualidade de vida nas cidades (...)”

## **1.2 As Smart Cities (Cidades Inteligentes):**

Devido aos problemas referidos e de forma a tentar antecipar e solucionar problemas futuros que decorrem do natural aumento da população, surge o conceito de cidade Inteligente.

De acordo com Silva, et al, (2012, p. 9) a cidade inteligente tem como “(...) génese a utilização de tecnologias de informação e comunicação para promover a competitividade económica, a sustentabilidade ambiental e a qualidade de vida dos cidadãos.”

Uma cidade inteligente, assim como um edifício inteligente tem como objetivo fundamental a integração dos sistemas que a compõem, sendo que a complexidade desse processo é muito maior, não só pelo aumento da quantidade de sistemas como também pelo número maior de utilizadores.

A complexidade destes sistemas é realmente imensa, indo desde a simples gestão de energia e água até a processos mais complexos como a segurança e a saúde. Isto torna-se ainda mais difícil devido á magnitude dos sistemas, pois a população de uma cidade pode realmente conhecer grandes variações passando dos 20 000 habitantes para os 100 000 numa questão de poucos anos, principalmente nos países emergentes.

Outra caraterística que as cidades inteligentes devem ser capazes de integrar é a previsão de anomalias como as catástrofes naturais, permitindo assim tomar decisões antecipadas e facilitar a implementação de soluções.

Como os interesses de uma cidade estão centrados em vários aspetos que vão desde a governação à mobilidade passando pela segurança e energia o grande desafio tecnológico com que as cidades inteligentes se deparam passa muito pela integração dos diferentes sistemas. É fundamental para uma cidade a capacidade de articular informação entre as suas diferentes redes e sistemas.

Por exemplo em caso de cheias a articulação entre as redes físicas de energia e transportes tem de ser capaz de coordenar com a infraestrutura de comunicação e serviços de forma a possibilitar a evacuação e o resgate de pessoas e/ou bens.



**Figura 2: Integração de sistemas na cidade inteligente**

**Fonte:** <http://comunicacaoorganizacionalufpi.blogspot.pt/2013/11/cidades-inteligentes.html>

Numa cidade inteligente não basta a um sistema a otimização do seu funcionamento, tem de ser capaz de para além disso articular com outros sistemas e definir quais as prioridades que se devem estabelecer.

Contudo toda esta tecnologia por si só não resolve os problemas do presente nem resolverá os problemas do futuro. Se a grande maioria dos problemas ambientais têm origem nas cidades e nos seus hábitos e modos de vida, dificilmente será possível resolver esses mesmos problemas apenas com adição de tecnologia. Para tornar as cidades sustentáveis de uma forma global é necessário olhar para o seu componente mais importante as pessoas.

Tal como Hollands cit in Silva et al., (2012) defende, a vertente humana tem sido amplamente descurada em função de outras vertentes, principalmente a vertente económica. Isto tem originado uma fragmentação clara da própria cidade verificando-se uma divisão social e económica alarmante. É cada vez mais comum verificar a divisão

entre zonas ricas e zonas pobres, fenómeno esse que a presente crise económica veio agravar.

De forma a mitigar este problema torna-se necessário repensar novas formas de idealizar as cidades do futuro, promovendo a variedade e diminuindo a exclusão e ostracização.

Na verdade o paradigma das cidades inteligentes advoga a participação dos cidadãos/ utilizadores nos processos de tomada de decisão gerando dessa forma uma inteligência coletiva com valor acrescentado em relação ao conhecimento específico de cada indivíduo.

Para além disso esta relação promove um sentimento de inserção e de pertença onde os cidadãos, para além de sentirem que a sua opinião é verdadeiramente importante, desenvolvem relações afetivas com a própria cidade deixando de ser apenas o lugar onde vivem e passando a ser o **seu** lugar onde vivem, a **sua** cidade e o **seu** espaço. Este sentimento é bastante comum em casos de aldeias, principalmente em aldeias de meios mais pequenos, onde todos os habitantes se conhecem.

Contudo as cidades, salvo raras exceções e em casos pontuais de locais específicos, não promovem este tipo de relação, o que de certa forma torna o relacionamento entre os seus habitantes mais distantes e muito mais impessoal. Este é um aspeto que a cidade inteligente deve ser capaz de minimizar, aproximando-se mais do sentimento verificado nas aldeias, salvaguardando as respetivas dimensões específicas.

Já existem presentemente iniciativas e projetos que visam combater de forma ativa este fenómeno, como é o caso da plataforma “Change By Us”.

Esta plataforma foi lançada em 2011 em Nova Iorque e permite que os residentes proponham ideias e soluções de forma a melhorar a sua cidade em varias áreas, desde o tráfego, o turismo, a segurança, a saúde, o meio ambiente, a educação ou o desenvolvimento social.

Nova Iorque é tida para muitos como a capital do Mundo moderno, não só devido à alta taxa populacional, ultrapassando os 8 milhões de habitantes sendo a terceira cidade com mais população no Continente Americano, quer devido ao grande impacto que promove em varias áreas como, o comércio, moda, tecnologia, finanças, os média, arte e a tecnologia.

Esta cidade é um expoente máximo das cidades dos dias de hoje não só pelas melhores razões, sendo um centro cultural, tecnológico e de inovação, como também dos problemas

e desafios que apresenta. Problemas como o trânsito, a poluição, a energia e a densidade populacional. O problema do trânsito é um problema real e por essa razão a maioria dos Nova-iorquinos, prefere deslocar-se de metro ou de táxi, invés de veículo próprio.

É devido a estes fatores que esta plataforma representa uma iniciativa tão importante, não só porque promove a participação das pessoas na resolução dos seus problemas, mas porque o faz numa das principais cidades do Mundo moderno, que apesar de ser um foco tecnológico, não depende unicamente da adição de tecnologia na resolução dos seus problemas, usando antes a tecnologia como um meio que ajuda as pessoas a resolver os seus problemas.

Como nos diz Hollands cit in Silva et al., (2012), as cidades inteligentes do futuro devem partir das pessoas e do lado humano na resolução de problemas, invés de acreditar que a tecnologia melhorará as cidades por si só, e além disso devem ser capazes de criar um equilíbrio entre o uso de tecnologia e o fator humano garantindo um desenvolvimento económico sustentável.

### **1.3 A Importância do Edifício Inteligente:**

A designação “edifício inteligente” tem sido alvo de evolução no decorrer do tempo. Apesar de não ser um conceito muito recente a evolução constante da tecnologia, nomeadamente na área da informática, tem provocado uma também constante evolução do que entendemos por edifício Inteligente.

Em primeiro lugar para conhecer o conceito torna-se necessário compreender os elementos que o constituem e de que forma estes interagem, não só entre si como com o próprio utilizador.

A grande diferença que pode ser encontrada entre um edifício convencional e um edifício inteligente está fundamentalmente na relação que se estabelece com o utilizador, onde uma relação estática transforma-se numa relação dinâmica com o objetivo de proporcionar ao utilizador um total controlo sobre as suas funcionalidades e um máximo conforto, (Alves e Mota, 2003).

A ideia de “edifício inteligente” surgiu primeiramente na década de 60, e caracterizava-se sobretudo pela automação dos sistemas AVAC, tal como argumenta Nunes e Sêrro, (2002,p. 2) “Foi no início dos anos 60 que sugeriram os primeiros sistemas de controlo

centralizado nos edifícios, com especial incidência sobre os equipamentos de climatização.”

Contudo e apesar de apresentar, para a altura, uma grande inovação em termos de sistemas tecnológicos, a dificuldade em integrar os diferentes sistemas entre si, tornava o conceito muito diferente daquele que o presente trabalho pretende abordar.

No princípio da década de 70, a grande proliferação dos chips de computador, permitiu o surgimento de novas tecnologias, onde o sistema AVAC possui um papel de destaque. Estes sistemas foram pioneiros dos sistemas eletronicamente controlados sendo possível através de sensores localizados, responder rapidamente a alterações rápidas e precisas das condições climáticas. Contudo, como Nunes e Sêro, (2002, p. 2), argumenta foi a “ (...) crise petrolífera de meados da década de 70 que contribuiu decisivamente para a implantação destes sistemas, colocando em primeiro plano todos os aspetos relacionados com uma gestão energética mais racional.”

Mais tarde nos princípios da década de 80, surge pela primeira vez para além da automatização de sistemas de segurança, iluminação e intrusão um sistema de coordenação entre todos eles, sendo agora possível ao sistema “A” comunicar com o sistema “B” e deixando o edifício de ser uma soma de partes para se tornar algo mais.

O uso da denominação “edifício inteligente” por esta altura era simplesmente devido ao grande grau de automatização presente no edifício, obtido devido à integração dos diferentes sistemas e subsistemas presentes.

Este conceito seria o início do que nos dias de hoje se entende como a génese do conceito de “Domótica“, fazendo-se assim uma distinção clara entre o edifício inteligente da década de 80 quando comparado com o dos dias de hoje.

Nos anos 90, em pleno “boom” da era da informação com a democratização da internet e das evoluções da informática, como a maior capacidade de processamento e a redução dos custos de produção, assistiu-se ao aparecimento de um número maior de sistemas, com maior flexibilidade e maior capacidade de integração.

Na mesma altura, verifica-se também uma crescente importância atribuída pelos utilizadores ao meio, o que motivou que estes sistemas desenvolvessem uma integração

não só entre si, mas também com o meio, surgindo novas tecnologias na área da otimização de recursos para além da gestão da informação.

Atualmente os edifícios inteligentes estão dotados com sistemas e equipamentos completamente integrados de gestão global, o que possibilita uma visualização e controlo bastante simplificado, seja no próprio edifício ou de forma remota, através da internet ou do telemóvel. Esta facilidade de monitorização e interação entre utilizadores e sistemas, conjugado com a crescente descentralização e mobilidade que os utilizadores exigem tornou a relação entre utilizadores e edifícios muito mais dinâmica e interativa.

Hoje em dia é fundamental que um “edifício Inteligente” englobe não só as características do passado, mas que sobretudo seja capaz de se adaptar às necessidades e exigências de cada utilizador.

Estes fatores aliados ao crescente aumento da capacidade e à redução dos preços dos dispositivos, possibilitou que o conceito de “edifício inteligente” dos dias de hoje seja consideravelmente diferente quando comparado com o passado

*“A diferença essencial entre um edifício inteligente, seja de habitação, indústria, comércio ou serviços, e um edifício que utiliza tecnologias tradicionais, está na forma como todas as funcionalidades se integram e complementam, fluindo a informação entre o sistema de segurança, os equipamentos de climatização, os eletrodomésticos, o controlo de acesso, a rega automática, a rede informática, a rede telefónica, o sistema de difusão digital de áudio e vídeo, etc.” (Alves e Mota, 2003; p. 16).*

O papel dos edifícios inteligentes torna-se ainda mais relevante, quando se analisa a importância das habitações na dinâmica de vida dos utilizadores atuais. As habitações compõem um ambiente controlado onde indivíduos ou famílias inteiras passam o seu tempo de forma segura, relaxada e satisfeita. É o local onde as famílias desenvolvem as suas principais interações, como alimentação, brincar ou dormir o que significa, que os espaços onde estas atividades se desenvolvem, (quarto, cozinha, sala, etc.), são determinantes para a qualidade de vida dos seus utilizadores.

O significado de habitação incorpora o conceito para a fusão de residências de uma determinada área como uma abordagem para a criação de comunidades e estilos de vida

comuns. Contudo, argumenta-se que uma grande parte das necessidades reais dos utilizadores está de acordo com os espaços funcionais de sua casa. Em relação a este fato, é essencial considerar as reais necessidades dos utilizadores para garantir a satisfação dos mesmos.

Wong (cit in GhaffarianHoseini et al 2013) defende que o edifício Inteligente acentua um esforço multidisciplinar para integrar e otimizar as estruturas de edifícios, sistemas, serviços e gestão, com o fim de criar um ambiente produtivo, rentável e ambientalmente agradável para os ocupantes.

Essa consideração requer abraçar as necessidades ambientais e sociais dos utilizadores, enquanto se promove a consciencialização ambiental e os custos que a satisfação dessas necessidades imputa ao ambiente. De acordo com os estes critérios, os edifícios inteligentes são uma alternativa adequada face á construção convencional. Nas décadas anteriores, os edifícios inteligentes foram muitas vezes propostos como criações inovadoras para as comunidades futuras

Contudo, estudos recentes têm argumentado que o conceito de desenvolvimento de design de edifícios inteligentes já está ligado a habitação versátil e políticas de desenvolvimento. De acordo com Lertlakkhanakul (cit. in GhaffarianHoseini et al 2013), as casas inteligentes devem estar equipados com tecnologias avançadas para a automação de funcionalidades, sendo essa automação um aspeto fundamental dos edifícios inteligentes para a promoção de conforto, bem-estar, segurança e ações de economia de energia.

Assim, a ideia tradicional de inteligência atribuída aos edifícios inteligentes refere-se ao conceito de automação funcional, sendo que neste sentido, edifícios inteligentes são edifícios equipados com sensores e redes sem fio, como casas-sensor, incorporando sistemas modernizados que podem satisfazer todas as necessidades dos utilizadores.

Desta forma, os edifícios inteligentes são desenvolvidos para integrar novas tecnologias e sistemas, com o objetivo de proporcionar uma sensação de bem-estar e uma elevada qualidade de vida aos seus utilizadores

Segundo Ding (cit. in GhaffarianHoseini et al 2013), a sensação de segurança e conforto para os utilizadores através da automação funcional é uma característica dominante dos edifícios inteligentes.



No entanto, nos últimos anos a forte consciencialização ambiental tem vindo a modificar de forma significativa a maneira como vemos o Mundo e o mesmo se verifica em relação aos edifícios.

Essa consciencialização veio aumentar de uma forma muito significativa o universo de ação dos edifícios inteligentes adicionando ao sempre implícito aspeto tecnológico outros aspetos tão importantes como este.

O aspeto ambiental é nos dias de hoje tão importante como o aspeto tecnológico não só porque apresenta ganhos quantificáveis na perseveração do património ambiental em risco, em grande parte devido à atividade humana, como inclusive a nível económico. A otimização de recursos e as fontes de energias renováveis desempenham um papel de destaque neste aspeto, uma vez que a evolução que têm conhecido nos últimos anos permitem já nos dias de hoje apresentar soluções que são economicamente viáveis e ao mesmo tempo amigas do ambiente.

Por essa razão nos dias de hoje, torna-se insuficiente reduzir a importância dos edifícios inteligentes ao aspeto mais tradicional da componente tecnológica pois desta forma não se atenta as outras componentes que desempenham um papel tão relevante como esta. O foco na vertente tecnologia poderia ser aceite nas décadas de 70 e 80, mas nos dias de hoje não incorporar conceitos como sustentabilidade e consciencialização ambiental torna-se na antítese de inteligência.

Tal como refere José Pedro Ribeiro, (2004), *“Não é possível ser suficientemente radical e afirmar que um edifício é mais ou menos inteligente por recorrer ou não à tecnologia. Na realidade, inteligente é o edifício que pela sua conceção conduz a uma melhor forma de vida para os que o habitam e paralelamente também oferece uma interligação com o meio ambiente mais adequada.”*

Apesar de a relevância da vertente tecnológica ser uma característica indissociável do conceito de edifício inteligente, uma vez que esta é uma característica intrínseca desde a sua génese, a verdade é que nos dias de hoje já é possível constatar a existência de edifícios com uma presença reduzida de tecnologia e que mesmo assim são sem dúvida um novo tipo de edifício inteligente.

Segundo Yang (cit. in Palo 2006), um edifício inteligente e sustentável deve estar integrado no meio ambiente que o cerca.

O que significa que um edifício que se integre no meio com um mínimo de impacto, e que tire partido das características presentes, como a presença solar ou a obtenção de energia por formas alternativas é ele próprio um edifício inteligente mesmo que não possua um apoio tão pronunciado na vertente tecnologia.

Tal como a evolução ocorrida nas décadas anteriores onde os edifícios com sistemas automatizados independentes deram lugar a edifícios com sistemas automatizados interligados e centralizados que se articulavam entre si, também hoje em dia estamos a presenciar o surgimento de uma nova geração de edifício inteligente que reúne as características das gerações anteriores em articulação com as novas exigências dos utilizadores, tais como a sustentabilidade económica e ambiental.

#### **1.4 Tendências:**

Apesar de a maioria dos autores concordar que Segurança, Economia, Conforto, Ecologia e Integração/Automação, são os elementos fundamentais que suportam o conceito de edifício inteligente, a importância de cada elemento é ainda alvo de grande debate.

Para uns, o principal aspeto do edifício inteligente é a automação e a quantidade de tarefas sem intervenção do utilizador que são capazes de efetuar, para outros mais importante que a automação é a integração de sistemas, defendendo que os sistemas que integram o edifício devem ser capazes de interagir entre si, Alves e Mota,(2003).

Existe ainda outros autores que defendem que um edifício para ser inteligente tem de obrigatoriamente ser sustentável, não só em aspetos económicos como sociais e ambientais, Nunes e Sêro, (2002).

Este aspeto de sustentabilidade torna o conceito de edifício inteligente muito mais abrangente, uma vez que a conjugação dos dois conceitos insere o edifício inteligente num novo universo onde para além do conforto, as relações com o meio ambiente passam também a ser variáveis importantes.

Tal como GhaffarianHoseini et al., (2013), defende, um edifício inteligente para além de fazer uso de tecnologias inteligentes, deve também fazer uso de um design inteligente, que potencie a sustentabilidade.

Um design que potencie a sustentabilidade, não quer dizer exclusivamente que a conceção do edifício deve ter como principal preocupação o meio ambiente. Atribuir o foco da conceção do edifício a um único atributo, por mais importante que este seja, é demasiado redutor e não exemplifica a inteligência que um edifício verdadeiramente inteligente deve possuir. A relação do edifício com o meio é extremamente importante, mas essa importância não se deve sobrepor às outras componentes do universo do edifício. Tal como a adição de tecnologia, (domótica, automação, sistemas de gestão, etc.), por mais avançada que seja, por si só não torna o edifício inteligente, também o design por si só não torna o edifício inteligente.

O design é um fator também ele muito importante, principalmente na relação do edifício com o meio, sendo fundamental para fatores como a eficiência energética e os impactos nos recursos, contudo se esta for a única preocupação o edifício, por mais eficiente que seja, não se encontra dotado de verdadeira inteligência.

Um edifício verdadeiramente inteligente deve ser capaz de integrar um design eficiente com tecnologias domóticas que melhorem a qualidade de vida, satisfazendo as necessidades do utilizador, (como segurança, gestão, saúde, etc.).

### **1.5 Definição de Edifício Inteligente:**

O conceito de “edifício inteligente” apesar de ser alvo de contínuo debate, é ainda hoje difícil de definir de forma única e universal.

Para uns, um edifício inteligente pode ser tão simples como o controlar de luzes e alguns eletrodomésticos, para outros, o mais importante pode ser um tipo de segurança inteligente onde o vídeo e o áudio são facilmente integrados e controlados.

De acordo com Alves e Mota, (2003, p. 21), *“Um edifício inteligente é aquele que incorpora sistemas de informação e de comunicações em todo o edifício com controlo automatizado, monitorização e gestão de todos os distintos subsistemas ou serviços do edifício, de forma ótima e integrada.”*

Existem também autores que defendem que um “edifício inteligente” para além de englobar todas estas vertentes tem ainda de se integrar de forma sustentável no meio em que se encontra, trazendo assim novos conceitos para reflexão, tais como “construção sustentável” ou “construção Bioclimática”.

*“Integrar e gerir toda a informação de um edifício segundo os objetivos de uma organização é decisivo para rentabilizá-lo. Poupar energia e gerar conforto através de um controlo rigoroso das condições ambientais são outras vantagens dos Edifícios Inteligentes.”* (Oliveira cit. in José Pedro Ribeiro, 2004).

A noção e o conceito de “edifício inteligente” torna-se assim difícil de definir não só devido a uma constante evolução das tecnologias que o compõe mas também devido à falta de consenso sobre o próprio conceito.

Contudo, face às novas evoluções tecnológicas e às novas tendências impostas pelos utilizadores, atualmente o conceito mais abrangente de “edifício inteligente” será o seguinte:

*“Aquele que foi concebido com uma grande adaptabilidade de utilização, dispondo da capacidade de evoluir, de se adaptar às necessidades dos utilizadores e de oferecer, em cada momento, o suporte mais adequado as suas necessidades”* (Nunes e Sêrro, 2002).

Deve por isso, possuir sistemas de automação, de computação e de comunicações que garantam, a gestão eficaz dos recursos disponíveis no edifício, potenciando o aumento de produtividade, permitindo poupanças de energia e oferecendo um elevado grau de conforto e de segurança aos indivíduos que nele trabalham, Nunes & Sêrro, (2002) e Alves e Mota, (2003).

Assim, um edifício verdadeiramente inteligente será muito mais que um conjunto de sistemas automatizados capazes de efetuar tarefas mais ou menos complexas, de racionalização e gestão de recursos.

A relação estabelecida com os utilizadores e a forma dinâmica como cada necessidade é correspondida e satisfeita, independentemente das diferentes nuances de cada utilizador, será em última análise o verdadeiro objetivo de um edifício inteligente.

Dessa forma, será corrente chamar “edifício inteligente” aos edifícios que sejam capazes de simplificar a vida aos seus utilizadores, assentes nas seguintes cinco categorias assim agrupadas:

- Segurança
- Economia
- Conforto
- Ecologia
- Integração/Automação

Estas cinco categorias serão os pilares fundamentais de um edifício inteligente, assumindo maior ou menor importância consoante o tipo de necessidade e utilização que o utilizador pretende.

No entanto será a capacidade de adaptação aos diferentes utilizadores e às necessidades destes, aliadas à gestão de sistemas e à dinâmica que cada situação exige, que tornará um edifício verdadeiramente inteligente.

O conceito de edifício inteligente está muitas vezes associado a tecnologia de ponta nos ramos da informática, robótica e automação. Contudo estas vertentes são apenas uma parte do conceito de edifício inteligente, pois a adição de tecnologia por si só não torna um edifício inteligente.

Desta forma surge, seguindo uma corrente ideológica que privilegia o ambiente, o conceito de sustentabilidade e construção bioclimática. Na verdade um edifício inteligente pode ser dividido em várias componentes, sendo as principais a vertente tecnológica, onde se inclui a domótica e a tecnologia, e a vertente ambiental, onde a construção bioclimática e a arquitetura solar, são elementos indissociáveis.

## Capítulo II Componente Ambiental:

### 2.1 Construção Sustentável:

Um dos principais problemas com que a sociedades modernas se deparam é o problema da dependência energética do petróleo e seus derivados. Este problema toma dimensões ainda maiores quando se analisa os produtos resultantes do seu consumo, nomeadamente a criação de gases nocivos como o CO<sub>2</sub> e o metano, gases fundamentais para o agravamento do efeito de estufa.

Mais preocupante ainda, são os efeitos nocivos associados, que só serão sentidos na sua totalidade em anos futuros, o que põe em risco não só a saúde no presente mas sobretudo, torna-se um risco para as gerações futuras. Assim a necessidade de mitigar estes problemas, proporcionou o aparecimento de técnicas e tecnologias mais inteligentes e menos invasivas no que respeita ao consumo de recursos e à lapidação do património ambiental.

Seguindo esta linha de pensamento surgem novos conceitos e ideias onde o equilíbrio entre tecnologia e ambiente são mutuamente assegurados, surgindo assim o conceito de sustentabilidade.

O conceito de Sustentabilidade tem sofrido várias alterações com o decorrer dos tempos, devido em grande parte à crescente consciencialização ambiental que a sociedade tem desenvolvido, sendo que nos dias de hoje, é geralmente aceite que:

*“Por desenvolvimento sustentável entende-se o desenvolvimento que satisfaz as necessidades atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras para satisfazerem as suas próprias necessidades.”*

(Mateus, 2004, p. 8)

Esta ideia emergiu sobretudo na segunda metade do século XX, devido ao crescimento da população Mundial e ao aumento do consumo de recursos associado. Este crescimento tornou claro que sem uma estratégia de gestão e otimização de recursos, a ação humana iria comprometer de forma irreparável a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades, comprometendo em ultima análise, a capacidade do planeta para suportar a própria presença humana.

Desde a revolução industrial que o homem atingiu um nível tecnológico que permite desafiar até certo ponto a natureza, sendo capaz de moldar e transformar o meio de acordo com a sua vontade e os seus interesses.

A revolução industrial foi um marco na evolução humana não só em aspetos fundamentalmente essenciais à qualidade da vida humana, nomeadamente a evolução científica e tecnológica, que permitiu avanços substanciais em áreas como a saúde e a agricultura. Contudo, estas evoluções também trouxeram aspetos menos positivos, como o êxodo rural e a concentração das populações em áreas mais reduzidas (cidades), que contribuíram ativamente para tornar a poluição um dos maiores problemas para cidades. Como defende Mateus, R., (2004, p.11), *“O rápido crescimento destas cidades não foi acompanhado por igual crescimento das infraestruturas e por um correto planeamento e desenho urbano, pelo que as condições que estas proporcionavam eram de extrema insalubridade.”*

Uma vez que agora o homem possuía a capacidade de interferir com o meio em tão grande escala, o equilíbrio estabelecido com a natureza ao longo de gerações ficou comprometido, e isso potenciou o aparecimento de desastres a nível ecológico.

A natureza foi muitas vezes descurada em razão de aspetos económicos, sendo comum sacrificar uma espécie ou um ecossistema, se isso permitisse obter ganhos monetários.

Este é um dilema com que a humanidade se depara mesmo nos dias de hoje onde o atrito entre a atividade humana e a natureza se mantém, normalmente com prejuízo para o lado natural.

Uma das primeiras iniciativas a sensibilizar para a necessidade de mudança de paradigma surge, em 1987 com a elaboração do Relatório Brundtland, documento esse que foi fundamental para a consciencialização mundial, dos perigos do crescimento desmedido, invocando que de forma a existir um crescimento sustentável é fundamental existir um equilíbrio entre as vertentes económicas, sociais e ambientais. Pereira, (2009), (figura 3).



**Figura 3: Os Pilares da Sustentabilidade**

**Fonte:** [http://anigairam.blogspot.pt/2008\\_05\\_01\\_archive.html](http://anigairam.blogspot.pt/2008_05_01_archive.html)

O planeta e a sua proteção foram a principal preocupação da comissão Brundtland, que formulou diversas medidas a serem cumpridas pelos países de forma a garantirem um desenvolvimento sustentável, das quais se destacam:

- Limitação do crescimento populacional
- Diminuição do consumo de energia e o encorajamento no desenvolvimento de tecnologias baseadas em energias renováveis
- Controlo da urbanização desordenada

A partir deste ponto, com a introdução deste documento, começaram a surgir novos conceitos e ideias, onde o ambiente o meio e a natureza, desempenhavam um papel de destaque, chegando por vezes a ser a variável mais importante.

A construção partilhou também desta nova corrente ideológica, começando a aparecer novos projetos onde o ambiente e os edifícios coexistiam de forma simbiótica em contraste com a clássica sobreposição do edifício em relação ao meio. A importância do meio começa a ser cada vez mais relevante, potenciando o aparecimento de edifícios onde o papel do sol, os materiais empregues e a energia, são equacionados desde a sua conceção, dando origem aos primeiros edifícios sustentáveis



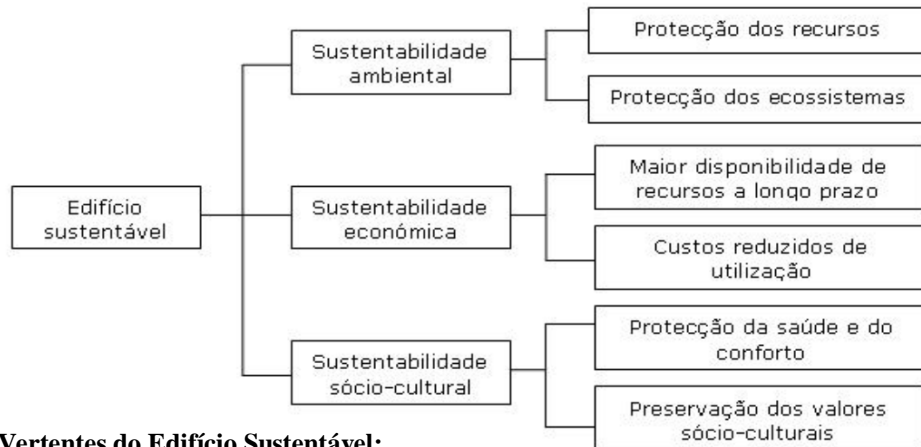
### 2.1.1 Edifícios Sustentáveis:

Como foi dito anteriormente, o conceito de edifício inteligente está muitas vezes associado a tecnologia de ponta principalmente nos ramos mais diretamente ligados à informática. Mas estas vertentes são apenas uma pequena parte do que realmente é um edifício inteligente, sendo o aspeto tecnológico por si só, uma visão muito redutora das potencialidades de um edifício inteligente.

Seguindo esta tendência, surge assim uma corrente ideológica onde o ambiente e o meio são privilegiados, o que potencia o aparecimento de novos conceitos, como sustentabilidade e construção bioclimática. Isto permite que um edifício inteligente possa ser muito mais que apenas tecnologia de ponta, sendo possível “dividi-lo” em várias outras componentes. É certo que a relevância das vertentes tecnológicas, e ambiental, será sempre muito grande, mas o alargamento do âmbito de edifício inteligente a outras áreas como segurança e conforto, confere ao edifício inteligente um conjunto de potencialidades muito maior, tornando-o mais que a soma das suas componentes individuais.

Existe ainda um fator que na maioria das vezes se sobrepõe a todos os outros, o fator económico. O fator económico apesar de ser uma das variáveis que suportam o conceito de edifício inteligente, é normalmente o mais importante, porque é ele que determina a própria sustentabilidade de todo o projeto, e é com base neste fator que todo o projeto é equacionado.

Do ponto de vista da exequibilidade do projeto a sustentabilidade económica é a variável fundamental, pois se o projeto não se apresentar economicamente sustentável dificilmente será viável. Por essa razão é que é fundamental para um edifício inteligente ser sustentável em todas as suas vertentes, a vertente económica, a vertente social e a vertente ambiental, (figura 4).



**Figura 4: Vertentes do Edifício Sustentável;**

[http://www.civil.uminho.pt/web/sustainable/index/index.php?navigate=oque\\_cs&lang=p](http://www.civil.uminho.pt/web/sustainable/index/index.php?navigate=oque_cs&lang=p)

O setor da construção em particular o setor dos edifícios, contribui de forma ativa para o consumo e desgaste dos recursos naturais. Isto verifica-se não só durante o processo de construção, onde os gastos em termos de recursos são diretamente quantificáveis, como também ao longo do período de vida útil do edifício até ao momento da sua “morte” (demolição).

Dessa forma é fundamental promover técnicas que permitam uma gestão inteligente dos recursos, nas diferentes fases. A importância de técnicas que permitam a redução de matérias-primas usadas e sistemas de gestão das mesmas, aliada a novas técnicas construtivas que potenciam a redução de energia e o aproveitamento de energia de fontes renováveis, são fatores fundamentais na sustentabilidade dos edifícios.

Conceitos como biomateriais, arquitetura bioclimática e sistemas de gestão, são nos dias de hoje, sobretudo no clima de crise económica em que vivemos, indispensáveis em qualquer tipo de projeto, principalmente num projeto de edifício inteligente.

A crescente preocupação ambiental associada à necessidade de utilizar de forma racional e criteriosa os recursos disponíveis, levou a que também no âmbito da construção surgissem novas ideias e conceitos de forma a satisfazer estas necessidades.

Assim surgem conceitos como “construção sustentável”, “arquitetura bioclimática” e “Bioconstrução” que espelham a importância que o ambiente começa a desempenhar no conjunto de variáveis que compõem a elaboração de um projeto.

Como nos diz Lanham et al., (2004, p. 10), “A Arquitetura bioclimática consiste em pensar e projetar um edifício tendo em conta toda a envolvência climatérica e características ambientais do local em que se insere.”

Embora seja um conceito novo de arquitetura, este assenta em princípios antigos que são tradicionalmente utilizados desde a antiguidade, como por exemplo no desenho das cidades romanas de acordo com a orientação solar, nas casas caiadas no Sul de Portugal ou os pátios interiores de origem árabe.

A importância do meio e dos gastos energéticos toma ainda maior importância devido aos condicionalismos dos dias de hoje. Portugal e grande parte da Europa, principalmente os países periféricos vivem atualmente um clima de recessão ou estagnação económica, o que significa que cada vez menos existe capacidade para novos projetos, o que significa que cada novo projeto, para além de ser economicamente viável tem também de ser economicamente sustentável.

O uso deste conceito apresenta várias vantagens quando idealizada e implementada na fase de projeto, pois para além de não apresentar um acréscimo de despesas e de poder ser adaptada aos sistemas construtivos atuais, possibilita uma economia de recursos bastante interessante, tanto na fase de aquecimento no Inverno como na fase de arrefecimento no Verão.

Se ao fator Sol se adicionar as restantes variáveis climatéricas, como a chuva o vento e a água, e a forma como estas interagem entre si e com o edifício será possível obter um conhecimento mais abrangente de como se pode potencializar e propiciar de forma positiva, condições de conforto térmico que sejam o mais adequadas possível a cada espaço.

#### **2.1.1.1 A Energia Solar e os Edifícios:**

De todas as variáveis climatéricas presentes no nosso planeta, nenhuma é mais fundamental para a vida como o Sol, e o mesmo é válido para os edifícios. O Sol influencia toda a vida na terra desde a temperatura dos nossos corpos até aos nossos ciclos

de sono, e a sua importância para os edifícios e a forma como estes são planeados, e executados é também fundamental.

A radiação solar e a temperatura do ar, são as duas variáveis mais importantes no equilíbrio térmico de um edifício, seja em estação fria ou estação quente. Se na estação quente (Verão), a exposição solar pode ser um problema pois a maior exposição solar provoca ganhos térmicos, durante a estação fria (Inverno), esses mesmos ganhos são extremamente úteis para o conforto térmico do edifício. Assim torna-se fundamental estabelecer um equilíbrio entre os ganhos e perdas durante as diferentes estações para que seja possível estabelecer um conforto semelhante independente das estações.

Para isso torna-se imperativo compreender como se desenvolve a sua interação com os edifícios, não só em termos energéticos, mais concretamente os valores específicos da radiação solar incidente no edifício como também o seu comportamento e a sua posição ao longo do ano, (figura 5), de forma a ser possível projetar o edifício com o intuito de tirar partido destas vantagens tal como o conceito de “Arquitetura Bioclimática” defende.

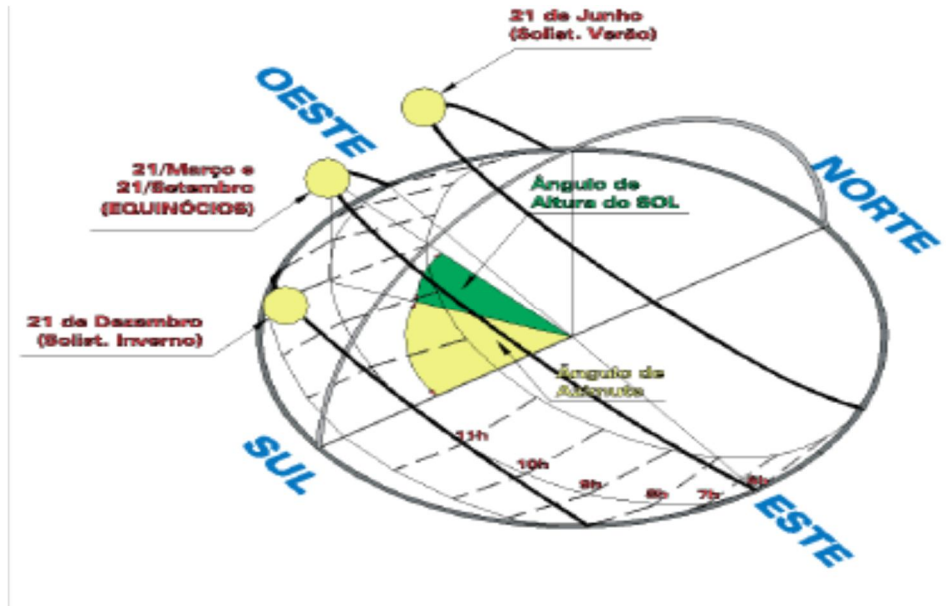


Figura 5: Percursos do sol ao longo do ano

Fonte: <http://www.meteopt.com/forum/astronomia/o-nascer-do-sol-o-ocaso-se-nw-1219.html>

O estudo da forma do edifício e das obstruções à incidência solar designa-se normalmente por Geometria Solar, e inclui-se neste estudo todas as obstruções que possam impedir a incidência da luz solar no edifício.

Essas obstruções podem ser desde os efeitos de palas e de sombreamento do próprio edifício até outro tipo de obstáculos como edifícios vizinhos, árvores e vegetação.

O objetivo é garantir o máximo ou o mínimo de rendimento de exposição solar para o interior do edifício, estando essas variáveis subordinadas às necessidades e ao tipo de efeito desejado.

Assim, o conhecimento sobre a “localização” e o “percurso” que o sol adota ao longo do ano é fundamental para a localização do edifício, principalmente no caso das fachadas onde os materiais sobretudo os envidraçados serão dimensionados tendo por referência o comportamento solar, (figura 6).

Em Portugal devido à sua latitude, a fachada sul do edifício será aquela que durante o ano estará mais exposta à radiação solar e a fachada norte será por sua vez aquela que menos exposta estará. Isto significa que durante o verão, devido à sua grande exposição esta fachada (Sul), se não for convenientemente protegida, terá ganhos térmicos inconvenientes para o equilíbrio térmico do edifício, ganhos esses que no Inverno podem ser muito favoráveis se considerados convenientemente no equilíbrio térmico do edifício.



**Figura 6: Radiação solar durante o ano**

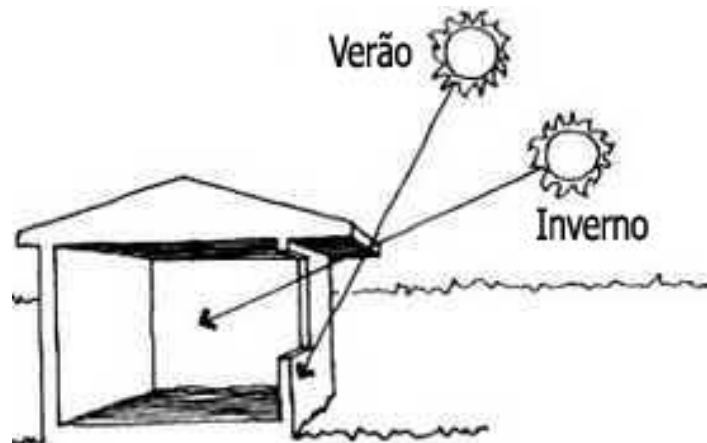
**Fonte:** [www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/arquitetura-bioclimatica/arquitetura-bioclimatica.php](http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/arquitetura-bioclimatica/arquitetura-bioclimatica.php)

Sendo assim e com o conhecimento obtido pelo estudo do comportamento solar, é conhecido que durante a estação quente, o percurso do sol é consideravelmente mais

próximo do zénite o que significa que o ângulo de incidência será obviamente mais elevado, isto quando comparado com o mesmo percurso na estação fria.

Este conhecimento quando incorporado na fase de projeto do edifício torna possível atenuar os ganhos solares indesejáveis na estação quente, como por exemplo, a introdução de uma pala de sombreamento, (figura 7), que permite diminuir os ganhos térmicos dessa fachada.

Este pormenor fará com que durante a estação quente onde o sol está mais próximo do zénite, o sombreamento da pala diminuirá os ganhos térmicos e durante a estação fria, como o percurso solar é feito mais longe do zénite os ganhos solares serão aproveitados sem que exista influência da pala de sombreamento.



**Figura 7: Ângulo de incidência**

**Fonte:**[www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/arquitetura-bioclimatica/arquitetura-bioclimatica.php](http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/arquitetura-bioclimatica/arquitetura-bioclimatica.php)

Contudo este tipo de solução não deve ser tomado como uma fórmula a aplicar em todos os casos. Este tipo de solução pode funcionar em Portugal pois foi formulado atendendo as especificidades do país mas dificilmente seria uma solução correta para outro país com pressupostos diferentes como é o caso da Alemanha ou da Holanda.

Tal como nos diz Lanham et al, (2004, p. 13), “Um dos fatores chave para um design passivo eficaz e eficiente é a compreensão de que não existe uma solução ótima e aplicável a todas as situações (...)”, sendo necessário desenvolver estudos específicos para cada caso. Meios diferentes exigem soluções diferentes que apesar de serem

baseadas ou influenciadas por situações semelhantes, não devem ser copiadas mas adaptadas à especificidade que cada projeto exige.

#### **2.1.1.2 Ventilação Natural:**

A ventilação é uma variável muito importante, não só pelos efeitos negativos para a saúde que uma ventilação deficiente pode provocar, (síndrome do edifício doente), como também em termos energéticos, onde uma má ventilação pode ser responsável pelo gasto excessivo de energia no aquecimento. Isto torna-se ainda mais importante quando o edifício é analisado de uma perspectiva bioclimática onde o equilíbrio com o meio é fundamental. As estações do ano têm uma influência enorme na forma como o edifício se comporta em termos térmicos e por vezes torna-se difícil atingir um nível de conforto térmico aceitável.

Isto deve-se não só às especificidades da variação das temperaturas da zona onde o edifício se encontra, como também ao fator vento. Enquanto as temperaturas podem ser calculadas e estimadas recorrendo a tabelas e registos de anos passados, e a partir dessa informação prever as temperaturas esperadas, o vento não permite esse estudo o que torna o seu estudo difícil e na grande maioria das vezes um fator imprevisível e muitas vezes indesejável.

Hoje em dia de forma a minimizar essa imprevisibilidade muitos projetistas optam por adotar soluções de ventilação mecânica ou mista que apesar de garantirem um melhor controlo têm também um maior custo energético, o que devido à crescente consciencialização ambiental e crise económica começa a ser visto como inadequado, ou opção de recurso.

Face a estas condicionantes torna-se necessário garantir que a ventilação natural seja mais eficiente e capaz de garantir por si só a correta ventilação do edifício.

Como nos diz Gonçalves e Graça, (2004, p. 9), é de salientar o “ (...) importante papel da ventilação natural no Verão, como processo de arrefecimento noturno ou quando tal se torna necessário no sentido de arrefecer o ambiente interior”, mas também não podemos esquecer a sua importância no inverno, uma vez que é fundamental para a salubridade do edifício.

É certo que os efeitos são mais sentidos na estação quente onde o arrefecimento que proporciona ao edifício, contrasta claramente com a temperatura elevada do exterior, mas é também fundamental no Inverno, sobretudo no efeito que desempenha no equilíbrio higrométrico de forma a evitar o aparecimento de condensações e de patologias a elas associadas.

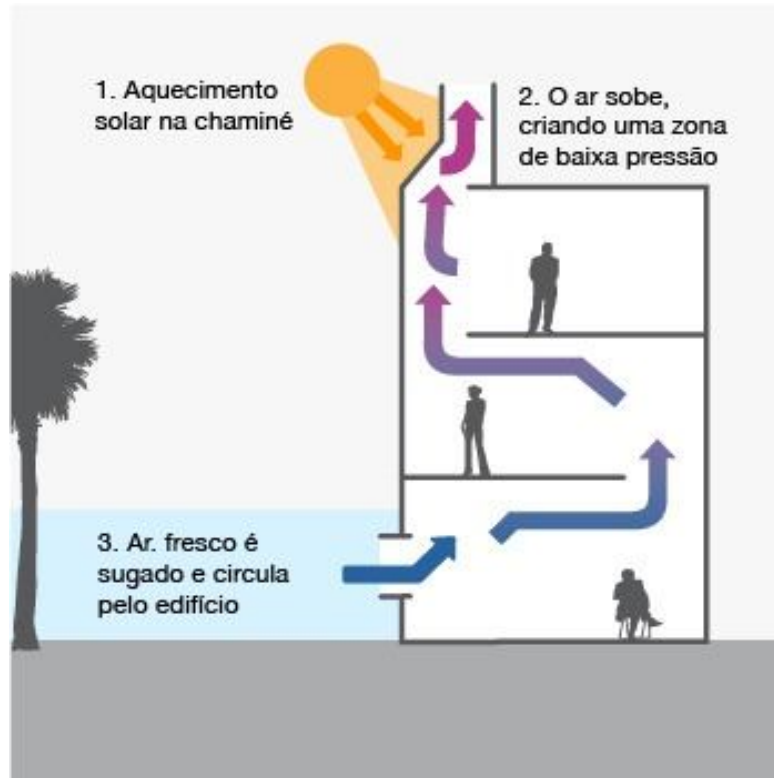
Assim para desenvolver um projeto adequado é necessário desenvolver um maior conhecimento das amplitudes térmicas a que o edifício está sujeito, e de que forma fatores imprevisíveis como o vento o afetam, (estudo dos ventos dominantes), e ainda de formas de mitigação de efeitos indesejados (vento excessivo no inverno).

O grande desafio com que a ventilação natural se depara, passa por garantir que o ar injetado no edifício não compromete o equilíbrio térmico do edifício alterando de maneira notória a temperatura do interior.

Como é conhecido através da Física a temperatura do ar provoca a circulação do mesmo sendo que o ar quente tem tendência a subir enquanto o ar fresco tem tendência a baixar. Partindo deste conhecimento é possível projetar um edifício que tire partido desta característica fazendo pequenos “túneis de ar” por onde o ar pode circular livremente, arrefecendo assim o edifício, como ilustrado na figura 8.

Para isso existem varias técnicas a aplicar, com maior ou menor sucesso, como é o caso da “chaminé solar”. A “chaminé solar” é um sistema que promove o movimento natural do ar tirando partido desse comportamento para ventilar o edifício.





**Figura 8: Funcionamento de uma chaminé solar;**

**Fonte:** <http://www.riorenovavel.com/efficient-design/ventilation-airflow>

Outra solução possível para ventilar os edifícios é o uso do solo para efeitos de arrefecimento/aquecimento.

Esta técnica, (que será abordada em maior detalhe mais à frente), tem grande potencial pois permite para além de ventilar o edifício arrefecer o mesmo durante a estação quente e aquecer durante a estação fria.

Basicamente, consiste em enterrar tubos de ventilação no solo adjacente ao edifício o que faz que durante a estação quente, o ar quente passe pelo tubo enterrado sendo arrefecido e consequentemente arrefecendo o edifício. Na estação fria tem o comportamento contrario, o ar encontra-se a uma temperatura mais baixa que o solo e é aquecido antes de ser injetado no edifício, (figura 9).

Esta é uma técnica já conhecida e comprovada, principalmente nos países nórdicos mas que infelizmente tarda a ser implementada em larga escala em Portugal, estando apenas presente em casos pontuais.



**Figura 9: Arrefecimento pelo solo;**

**Fonte:**<http://www.engenhariaarquitectura.com.br/noticias/883/Resfriamento-e-aquecimento-geotermico.aspx>

Assim e independentemente da técnica usada o que se torna fundamental é perceber que existem alternativas às soluções mecânicas convencionais, com funcionamento comprovado e que é possível desenvolver técnicas que se aproximem das exigências necessárias à salubridade e bom funcionamento dos edifícios a partir de soluções naturais. Apesar de não existir uma solução universal, torna-se claro que um bom projeto de ventilação natural é uma mais-valia reduzindo consideravelmente os custos energéticos e assegurando uma qualidade do ar muito satisfatória.

### **2.1.1.3 Iluminação:**

A iluminação de um edifício é uma condição fundamental para a qualidade de vida dos seus utilizadores. Isto é verdade não só do ponto de vista energético, onde uma boa iluminação natural pode diminuir consideravelmente o consumo de energia elétrica, mas também em termos da própria saúde dos utilizadores onde a luz solar é fundamental para os processos biológicos dos humanos, nomeadamente para a criação da vitamina D.

“Aproximadamente 25% do consumo energético em edifícios é utilizado no sistema de iluminação.”, (Lanham et al., 2004, p. 31).

Deste modo é fundamental que o projeto de arquitetura desenvolva soluções que potenciem a rentabilização da iluminação solar dando prioridade a zonas onde a exigência visual seja mais significativa mas sem contudo desprezar uma distribuição equilibrada pelas restantes áreas. Estas decisões devem ser ponderadas e estudadas pois aliado ao aumento da luz solar está obviamente um ganho térmico decorrente da exposição solar. Assim este fato deve ser integrado no edifício de forma a garantir que o equilíbrio do conforto térmico não é afetado.

Uma das formas mais interessantes de mitigar o problema de sobreaquecimento muitas vezes associado a este tipo de projetos é um aproveitamento mais eficiente da ventilação, em especial da ventilação natural, onde o conhecimento do meio e a experiencia dos projetistas pode fazer a diferença.

Outra possível alternativa, que pode ser usada em conjunto com as decisões arquitetónicas é a adição de elementos domóticos, no caso de sensores e reguladores de luminosidade, que podem gerir a intensidade de luminosidade conforme a necessidade dos utilizadores. Desta forma o sistema pode compensar de forma automática a luminosidade que vai sendo perdida com o decorrer do dia, para além de garantir que os gastos desnecessários, (como esquecimento de luzes ligadas, ou luzes elétricas ligadas durante o dia), são minimizados.

Estas medidas apesar de serem relativamente simples podem ter um efeito tremendo pois de acordo com Lanham et al., (2004, p. 32), “ (...) cerca de 30% da luz é perdida desta forma”, o que nos dias de hoje com as dificuldades económicas, aumento dos combustíveis e consequentemente da energia, torna uma poupança desta magnitude um investimento demasiado importante para ser ignorado.

## **2.2 – Energia:**

Quando se fala de edifícios inteligentes ou edifícios sustentáveis, uma das características mais importantes a ter em conta é a energia. A forma como os edifícios gerem a energia, reduzindo o desperdício e minimizando o consumo, associado aos custos quer monetários quer ambientais inerentes aos recursos energéticos, tornam esta variável preponderante.

A importância dos gastos energéticos tomou uma dimensão ainda maior nos últimos anos, não só devido à crescente consciencialização ambiental que lentamente tem vindo a ganhar terreno, quer devido ao clima de crise económica vivido, que obriga a uma racionalização de recursos muito mais rigorosa.

Contudo e mesmo com as condicionantes impostas por estes fatores a necessidade energética das cidades e dos edifícios é cada vez maior o que tornou necessário o aparecimento de novas tecnologias e novas fontes de energia, não só procurando tornar a mesma mais barata mas também mais limpa e amiga do ambiente.

No presente a principal fonte de energia são os combustíveis fósseis, como o carvão e o petróleo, contudo e apesar de as reservas destes combustíveis serem consideravelmente superiores ao inicialmente previsto a verdade é que continuam a ser recursos finitos e que mais tarde ou mais cedo irão de uma forma ou de outra desaparecer

.

Portugal é no sector energético um país extremamente dependente do exterior importando cerca de 80% da energia que consome, o que segundo Reis, (2012, p. 2), é algo normal pois (...) “a energia primária consumida em Portugal tem maioritariamente origem fóssil, e como no nosso território não existe o recurso ou então não está a ser explorado, a solução passa obviamente pela importação”.

Em termos simples, isto significa que o balanço energético é negativo pois como a dependência do exterior é tão alta, o país encontra-se suscetível à flutuação dos preços do petróleo o que torna os encargos bastante avultados e com grande peso a nível económico.

Nos últimos anos foi feito um investimento considerável nas energias renováveis, principalmente no governo de José Sócrates, onde foram criados vários programas de apoio, como no caso do subsídio estatal para a implantação de painéis solares, o que revela a intenção de diminuir a dependência energética do exterior.

Esta é também uma estratégia seguida ao nível da União Europeia, sendo a energia um dos temas mais discutidos e que mais preocupação suscita a todos os estados membros. Na verdade o Parlamento Europeu considera que a elaboração de uma estratégia energética será um dos temas principais a serem discutidos para o programa Europa 2020, (Comissão Europeia 2013)

### 2.2.1 Energias Renováveis:

A dependência energética de Portugal face ao exterior é muito grande uma vez que não possui petróleo, gás ou carvão próprios, contudo o seu potencial para as energias renováveis é imenso. Para além do potencial eólico que já apresenta valores muito interessantes, perfazendo uma capacidade instalada de 4.338 megawatts em cerca de 220 parques eólicos espalhados por Portugal continental, (REN, 2013).

Isto significa que em 2012, 55% de toda a energia elétrica produzida em Portugal teve origem em fontes renováveis, sendo a produção hídrica a principal fonte, seguida pela eólica e em terceiro a biomassa, (figura 10).

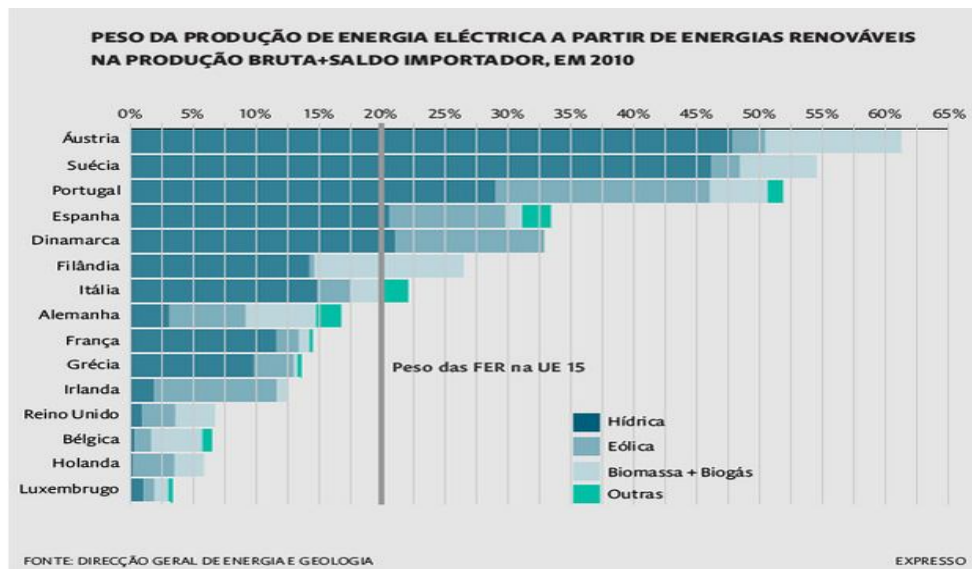


Figura 10: Produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis

[Http://expresso.sapo.pt/portugal-tem-2268-torres-eolicas-ja-instaladas=f765322](http://expresso.sapo.pt/portugal-tem-2268-torres-eolicas-ja-instaladas=f765322)

Esta aposta feita na produção eólica tem vindo a justificar o investimento, permitindo a Portugal ocupar o 3º lugar dos países com maior produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis e o país onde o impacto das energias de fonte eólica é mais significativo.

A europa, mais concretamente o parlamento europeu tem vindo a defender a importância das energias renováveis ao destacar objetivos obrigatórios para 2020 e mais recentemente para 2030, por considerar que as metas propostas eram pouco ambiciosas. Na verdade uma das novas metas propostas para 2030, é que cada país da união seja capaz de produzir uma cota energética de 30% através de fontes renováveis.

Assim seja por iniciativa própria ou por imposição dos parceiros europeu, começa-se a delinear uma estratégia clara em relação à energia e Portugal já ocupa um papel de destaque na vanguarda dessa nova mentalidade.

Ainda assim e face ao grande potencial que o país apresenta, estas fontes ainda se encontram subaproveitadas, não existindo um plano concreto a nível nacional que permita a elaboração de uma estratégia, que promova a rentabilização e exploração destes recursos.

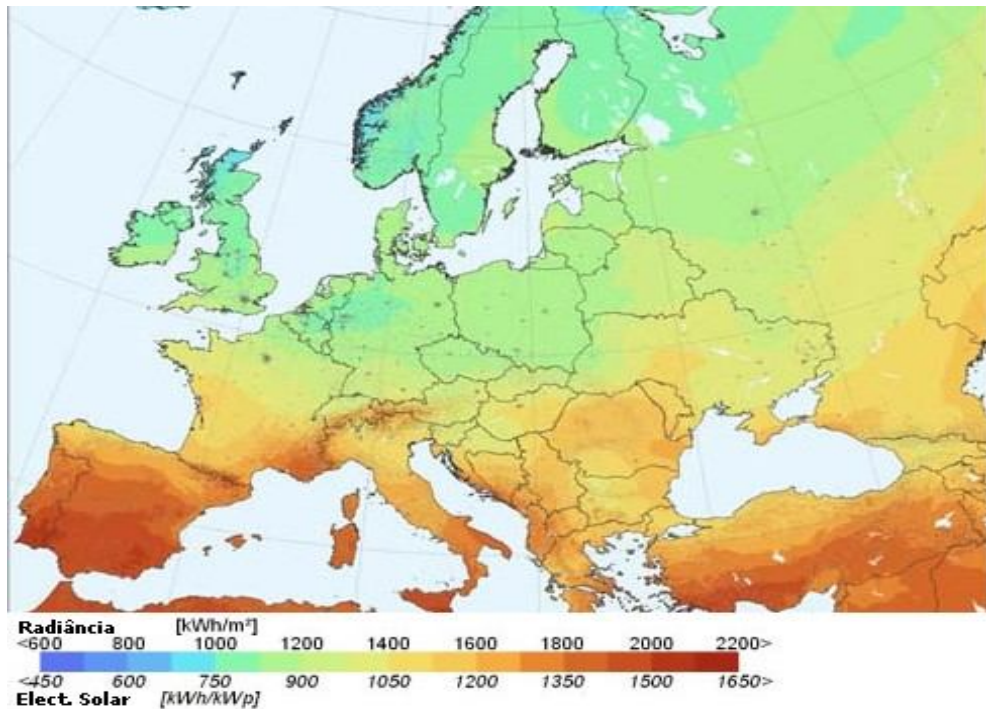
Portugal continental possui uma costa com mais de 800 km, o que significa, que o seu potencial para aproveitamento energético nomeadamente a energia obtida das ondas é enorme. Contudo com exceção de casos pontuais, normalmente casos de estudo e protótipos, o aproveitamento que o país retira desse potencial é ainda muito baixo. O mesmo se verifica com a energia eólica em offshore. Portugal possui um parque eólico terrestre, muito interessante com vários parques eólicos instalados ao longo do território. Contudo o mesmo não se verifica quando se estuda a presença de parques eólicos offshore, sendo a maioria ainda projetos experimentais.

Em certa medida a maturidade das tecnologias a partir das fontes hídricas, eólicas e de biomassa, já permitem em certos casos, serem comercialmente competitivas, mas por sua vez, quando analisamos a energia solar ou a energia das ondas e comparamos ao potencial que o país possui verifica-se que estas tecnologias ainda estão numa fase muito embrionária.

Desta forma apresenta-se nos parágrafos seguintes algumas fontes de energia renovável com grande potencial e com presença abundante no país e que podem ser vistas como potenciais tecnologias a desenvolver.

#### **2.2.1.1 Energia Solar:**

De todas as energias renováveis, nenhuma apresenta um futuro tão promissor como a energia Solar, não só pelas diversas formas de aproveitamento, (térmica, fotoelétrica), como devido ao seu potencial. Isto é particularmente importante em países como Portugal, onde a exposição solar é particularmente alta, (figura 11), não só em tempo quente (verão) como também apresenta uma exposição elevada em tempo frio (inverno).



**Figura 11: Radiação solar Europa;**

**Fonte: (European Communities, 2006 -Joint Research Center)**

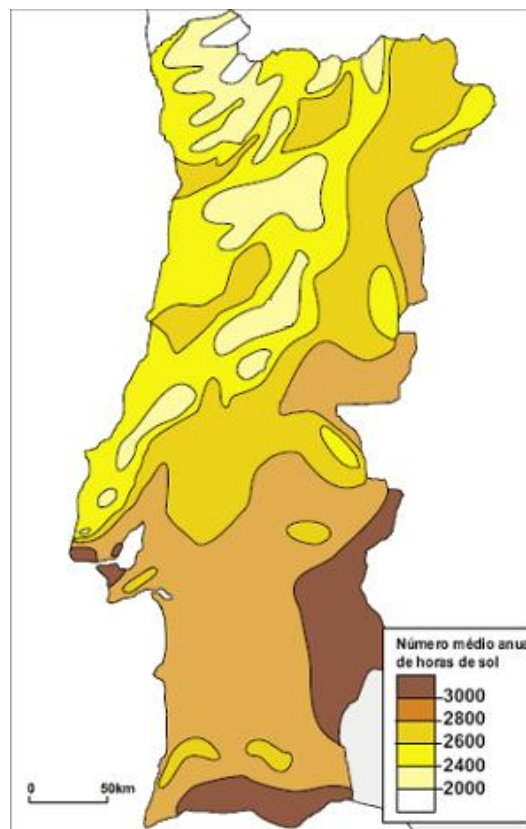
Contudo e apesar dos progressos que este tipo de tecnologia tem conhecido em especial nos últimos anos, a energia solar ainda se encontra longe de se tornar a fonte energética de referência.

Isto torna-se claro quando avaliamos o peso atribuído à energia solar no conjunto global de balanço energético dos países. Hoje em dia o petróleo e os seus derivados são a principal e mais importante forma de obtenção de energia, mas a permanente oscilação dos preços e a crescente preocupação ambiental, não esquecendo o fato de ser um recurso finito, tem vindo a permitir que as energias renováveis venham de forma lenta mas sistemática, garantindo e solidificando o seu espaço. Estes fatores associados ao custo que as soluções atuais, concretamente o fotovoltaico e o eólico, apresentam, demonstra que o potencial é de fato muito promissor mas para resultados no imediato ainda existem muitos aspetos que necessitam de uma clara evolução.

De forma a retirar o máximo proveito da energia solar é importante obter um conhecimento profundo sobre o Sol, da forma como este se comporta e de que forma podemos tirar melhor partido da fonte de energia abundante que ele representa.

No momento existem 2 formas de aproveitamento solar que já desempenham um papel de algum relevo na balança energética são eles o fotovoltaico e o térmico. Isto é fatual para muitos países e Portugal não é indiferente a essa realidade.

Na verdade Portugal, em contexto Europeu, é um dos países que em melhor condição se apresenta para desempenhar um papel de relevância na vanguarda desta nova tecnologia, a sua posição geográfica privilegiada permite uma obtenção de energia bastante superior, porque a variação de radiação solar é relativamente baixa ao longo do ano, como indica a figura 12.



**Figura 12: Insolação anual em Portugal Continental, (normais climatológicas 1931 a 1960)**

**Fonte:** <http://www.electronica-pt.com/energia-solar/mapas-radiacao-solar>

Mesmo assim verifica-se que apesar da disponibilidade deste recurso o aproveitamento atual é muito inferior ao seu potencial. Outros parceiros europeus apresentam, apesar do seu potencial menor um aproveitamento muito mais significativo, como é o caso da Alemanha.



#### 2.2.1.1.1 Painéis fotovoltaicos:

A descoberta do efeito fotovoltaico remonta a 1839, sendo atribuída a Edmund Becquerel, mas foi apenas em meados dos anos 50 do século passado que as tecnologias atualmente empregues foram desenvolvidas.

Nos sistemas fotovoltaicos uma vez que a produção de energia depende da luz solar que incide nos painéis, é fundamental que estes estejam orientados de forma receber a maior exposição solar possível. A energia solar é então convertida em energia elétrica por semicondutores de silício sendo que atualmente o seu rendimento é cerca de 25-30%.

Uma célula fotovoltaica por si só produz uma quantidade de energia muito baixa, o que torna necessário, para obter uma quantidade de energia que possa ser efetivamente usada, ligar várias células em série/paralelo. Desta maneira é possível aumentar a potência do conjunto, originando o que se designa por módulo fotovoltaico que possuem uma tensão de cerca de 12V nos seus terminais, (figura 13). Por fim seguindo o mesmo princípio de ligação de série/paralelo os módulos são agrupados formando os painéis solares que têm dimensões e especificações variáveis, consoante o tipo de necessidade e de fabricante.



Figura 13: Esquema de painel fotovoltaico

Fonte: <http://www.electronica-pt.com/energia-solar/painel-solar-fotovoltaico>

Desde as suas primeiras aplicações na década de 50 que esta tecnologia tem sofrido várias evoluções que têm diminuído os custos de produção e impulsionado a sua cada vez maior inserção no mercado das energias. Nos dias de hoje existem 3 tipos de células fotovoltaicas mais utilizadas, sendo elas as de silício com cristais monocristalinos, silício com cristais policristalinos e as de silício amorfo, (figura 14).

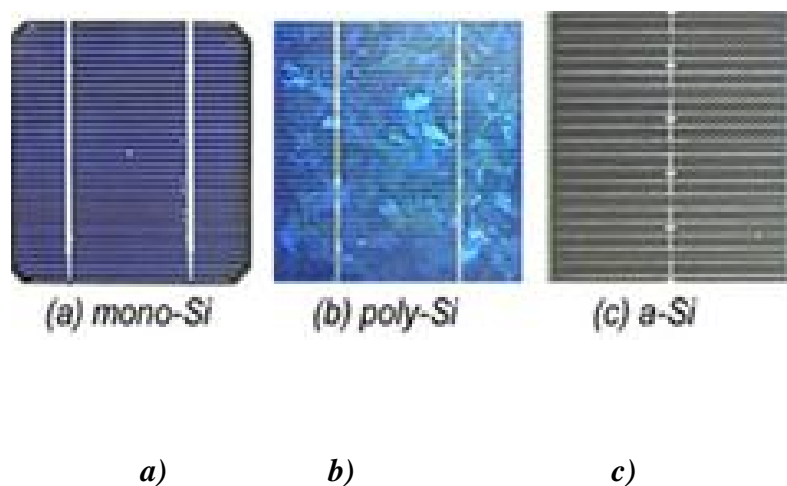


Figura 14:Diferentes tipos de células de silício, (a) monocristalina, (b) policristalina, (c) amorfo

Fonte: [http://processo-industrial.blogspot.pt/2014\\_01\\_01\\_archive.html](http://processo-industrial.blogspot.pt/2014_01_01_archive.html)

As suas principais características estão descritas na tabela 1:

Tipo de células	Rendimento máximo (em laboratório)	Rendimento em aplicações	Rendimento Típico
Silício monocristalino	24%	22%	12-15%
Silício policristalino	18%	15%	11-14%
Silício amorfo	12%	10%	6-7%

Tabela 1: Rendimento painéis solares

Fonte: [http://processo-industrial.blogspot.pt/2014\\_01\\_01\\_archive.html](http://processo-industrial.blogspot.pt/2014_01_01_archive.html)

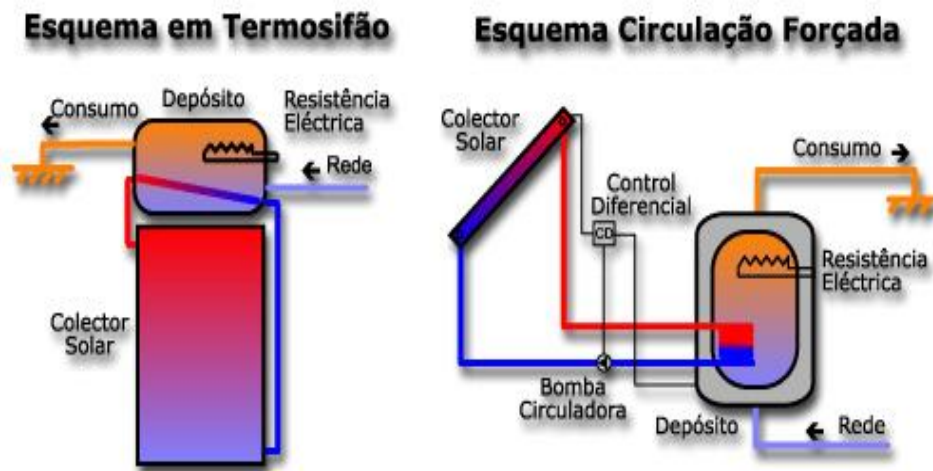
Em termos ambientais os painéis solares devolvem a energia empregue na sua construção em cerca de 3 anos e emitem cerca de 20% menos CO<sub>2</sub> quando comparado a uma central termoelétrica convencional. Para além disso o fato de possuírem um ciclo de vida já bastante interessante, (cerca de 20 anos), associado a sua pouca manutenção e à possibilidade de armazenar energia para consumo posterior, torna este tipo de solução interessante quando conjugado com outros sistemas.

Contudo devido ao seu rendimento ainda reduzido, cerca de 25-30% e às condicionantes naturais como as condições climáticas desfavoráveis, (tempo encoberto e ou chuvoso), que contribuem para um rendimento ainda menor e ainda o forte investimento que é necessário efetuar numa fase inicial, dificulta a afirmação deste tipo de sistema como principal fonte de obtenção de energia, revelando que apesar do grande potencial reconhecido ainda existe um grande caminho a ser percorrido para a sua afirmação.

#### **2.2.1.1.2 Painéis solares térmicos:**

Desde os tempos antigos que o homem utiliza o calor proveniente do sol em seu proveito. A forma de utilizar a energia foi muito variada, desde aplicações mais mundanas como a cozedura de alimentos ou tijolos de barro até a utilizações militares mais rebuscadas, como o uso que Arquimedes desenvolveu para queimar a frota Romana que sitiava a cidade de Siracusa em 214-212 a.C. Os painéis solares térmicos mais não são que uma abordagem moderna de aproveitamento de um conhecimento milenar.

Os painéis térmicos solares são basicamente de 2 tipos, os de circulação forçada e os de circulação em termosifão, (figura 15).



**Figura 15: Esquema de funcionamento de painéis solares térmicos**

Fonte: <http://www.painelsolartermico.com/sistemas-solares-termicos/>

No caso da circulação em termosifão a energia solar incide no vidro da parte superior que compõe o painel e sendo transferido para o fluido que circula na tubagem, tornando-se menos denso e subindo do coletor para o depósito. Como este sistema utiliza as leis da física e da termodinâmica, o sistema é calculado para que a água quente suba para o reservatório de forma normal e que a água fria desça para o painel de forma a ser

novamente aquecida, o que elimina completamente a necessidade de um bomba complementar que obrigue a água a circular. Por essa razão este sistema é consideravelmente mais económico e simples de instalar, apesar de apresentar uma eficiência mais reduzida.

Por sua vez no sistema de circulação forçada, o calor resultante da radiação solar recebida é transmitido para o fluido que circula na tubagem em circuito fechado, o fluido transfere depois o calor através da serpentina para o depósito e para a água de consumo. Este sistema apresenta um rendimento superior uma vez que devido ao controlador diferencial a gestão energética é mais eficaz, não havendo grande desperdício de energia quando o sistema é convenientemente calibrado.

#### **2.2.1.2 Energia Eólica:**

A energia eólica foi uma das primeiras fontes de energia que o ser humano aprendeu a explorar. Desde tempos antigos que esta fonte de energia é usada para as mais diversas atividades, desde a locomoção impulsionando os barcos e permitindo assim a exploração marítima, até a alimentação onde os moinhos movidos pelo vento trituravam os cereais. A importância desta fonte de energia não pode ser menosprezada sendo a energia do vento a principal responsável pela exploração marítima que permitiu as descobertas dos novos continentes e de inúmeras rotas de comércio marítimo, muitas das quais ainda usadas nos dias de hoje.

O papel da energia eólica é nos dias de hoje bastante claro, como fonte alternativa a energia fóssil, sendo mesmo considerada como a fonte de energia renovável mais promissora para a obtenção de eletricidade, segundo (Martins et al., 2007)

Atualmente a energia eólica é usada para mover aerogeradores, (figura 16), que por sua vez produzem a energia elétrica que é usada correntemente por toda a civilização humana, desde as habitações até as grandes infraestruturas industriais. Na verdade o método de aproveitamento não difere muito do método usado para a moagem de cereais dos tempos antigos, trata-se sobretudo do reaproveitamento de uma técnica milenar, enquadrada nas necessidades dos tempos de hoje



**Figura 16: Aerogeradores**

**Fonte:** <http://www.significados.com.br/energia-eolica/>

Em Portugal o aproveitamento eólico para a criação de eletricidade começou em 1986 com a criação do primeiro parque eólico em Porto Santo, ilha da Madeira. Em território continental a instalação do primeiro parque nacional ocorreu em 1996, e foi a partir desta altura que a energia eólica começou a garantir uma presença relevante no balanço energético Português. Em 2001 Portugal já contabilizava um total de 173 aerogeradores espalhados por 16 parques ao longo de todo o território nacional, contabilizando uma potência instalada de 114Mw, (figura 17).



Figura 17: Parques Eólicos instalados em Portugal (2001)

Fonte: <http://energiasalternativas.webnode.com.pt/energias-renovaveis/energia-eolica/>

Desde aí tem existido um investimento considerável por parte dos sucessivos governos, tendo o número de parques aumentado de forma considerável. Em 2004 o número de parques aumentou para os 71 com um total de 441Mw e a tendência de crescimento manteve-se, sendo que em 2010 o País já apresentava uma potência instalada de 3.535 Mw.

O potencial eólico do país é bastante elevado, como comprovado pelo investimento que tem sido feito neste tipo de tecnologia, e devido a isso tem surgido novos projetos que procuram tirar partido desse potencial de forma mais localizada, em concreto a microprodução.

A semelhança do que acontece com a promoção dos painéis solares em habitações, também existem medidas semelhantes para a micro produção eólica, onde turbinas de reduzidas dimensões são instaladas, sendo esta solução muito interessante principalmente ao nível da geração doméstica.

As **SWT** (Small Wind Turbines) ou pequenas turbinas eólicas, possuem uma classificação própria de acordo com a norma IEC 61400-2, onde é possível retirar a partir

do diâmetro do rotor e da potencia produzida, qual a subclasse a que pertence e qual a aplicação mais adequada, como apresentado na tabela 2.

Subclasse	Diâmetro do rotor (m)	Classificações normativas (Área varrida A [m <sup>2</sup> ])	Classificações comuns (Potencia nominal, Pu [Kw])	Aplicações
Micro turbina	D <1.6m	A <2m <sup>2</sup>	<5 KW	Domesticas
Mini turbina	1.6m<D<5m	2<A <78.5m <sup>2</sup>	5<PU' <50kW	Urbanizações e pequenas empresas
Pequena turbina	5m<D <16m	78.5 <A <200 m <sup>2</sup>	50<Pu<500kW	Grandes urbanizações e PME'S de consumo significativo (e.g. agropecuárias e outras).

**Tabela 2:** Subclassificação de pequenas turbinas elétricas;

**Fonte:** [http://repositorio.lneg.pt/bitstream/10400.9/1178/1/RenovaveisMagazine\\_2010.pdf](http://repositorio.lneg.pt/bitstream/10400.9/1178/1/RenovaveisMagazine_2010.pdf)

A micro produção é o caminho do futuro, de acordo com Carlos,(2008), pois encontra-se presente em todo o planeta e pode ser explorado em qualquer escala. Mesmo em regiões isoladas e de difícil acesso é possível explorar o potencial deste recurso, se bem que as necessidades e o rendimento têm de ser enquadrados a cada caso específico, uma vez que a disponibilidade do recurso é diferente de zona para zona.

Um parque eólico é capaz de gerar energia suficiente para centenas de pessoas e na verdade isso mesmo já acontece, sendo o papel desta forma de energia cada vez mais relevante para o balanço energético dos países. Um pequeno aerogerador de baixa potência (50 a 500w) pode ser suficiente para o consumo de uma habitação, principalmente se o sistema conjugar outros subsistemas como painéis solares e\ou energia geotérmica, substituindo a parcela que hoje é garantida pela energia elétrica produzida em hídricas ou a carvão, podendo ainda o excesso energético ser canalizado de volta à rede, diminuindo assim o peso da energia na balança energética.

Esta tecnologia encontra-se em claro desenvolvimento, sendo que os parques eólicos são nos dias de hoje um valor seguro, e extrapolando o futuro dos SWT's baseando essa mesma extrapolação nos últimos 20 anos das suas congêneres de maiores dimensões, esta será sem dúvida uma tecnologia interessante para qualquer edifício inteligente.

### 2.2.1.3 Energia Geotérmica:

O termo Energia Geotérmica (**Geo: Terra + Térmica: Calor**) é usado para indicar o calor do interior da terra que pode ser utilizada e explorada pelo homem como fonte energética renovável. Esta energia tem sido usada pelos seres humanos desde os tempos antigos, desde a confecção de alimentos até ao uso mais conhecido que são os banhos termais, muito apreciados pelas suas propriedades curativas.

Contudo foi apenas no princípio do século XIX que este tipo de energia começou a ganhar um papel de maior relevância pois começou a ser usada para a criação de energia elétrica. Devido à heterogeneidade da crosta terrestre as amplitudes das temperaturas a que o solo se encontra são variáveis podendo ir dos 18°C aos 140°C em poucos metros, o que pode dificultar a capacidade de implantação de um projeto adequado.

As diferentes temperaturas que podem ser encontradas no solo são também elas destinadas a fins diferentes, ou seja, as temperaturas mais altas são utilizadas para a criação de energia elétrica enquanto as temperaturas mais baixas são por sua vez utilizadas para a climatização de edifícios. As diferentes temperaturas e os fins a que se destinam encontram-se descritas no quadro 1:

Temperatura	Entalpia	Uso
$140^{\circ} < T < 400^{\circ} \text{C}$	Alta	Produção de energia elétrica
$80^{\circ} < T < 140^{\circ} \text{C}$	Média	Produção de energia elétrica
$60^{\circ} < T < 80^{\circ} \text{C}$	Baixa	Produção de energia térmica direta
$15^{\circ} < T < 60^{\circ} \text{C}$	Muito Baixa	Produção de energia térmica direta/indireta

Quadro 1: Classificação energia Geotérmica

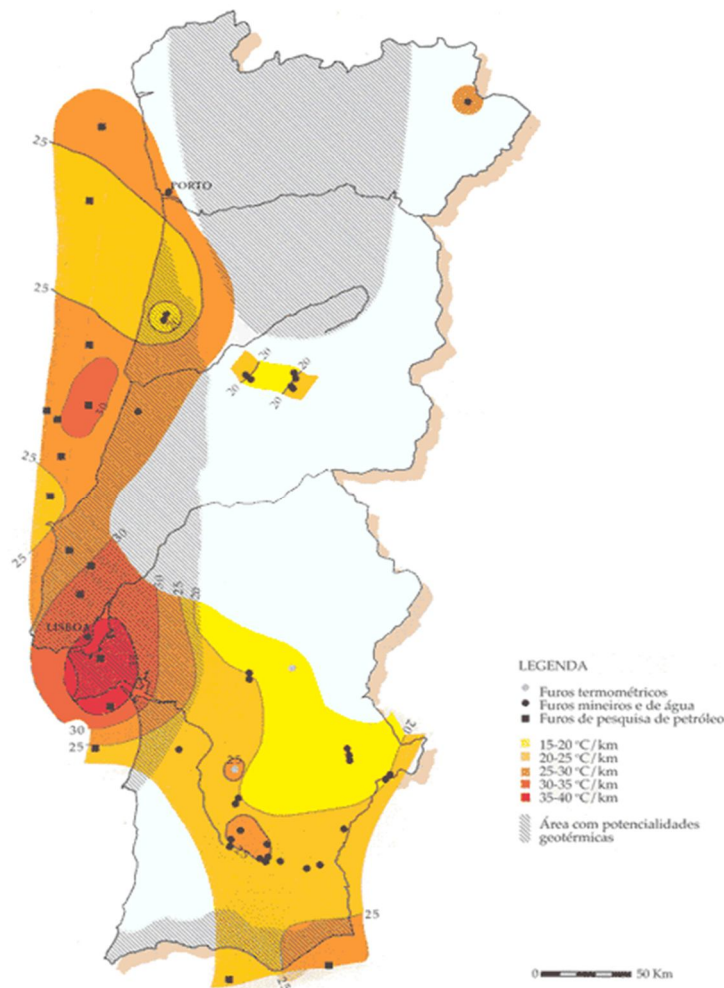
Fonte: [http://www.infopedia.pt/\\$energia-geotermica](http://www.infopedia.pt/$energia-geotermica)



Em Portugal, mais concretamente no território continental, a energia geotérmica disponível é de baixa ou muito baixa entalpia o que significa que o aproveitamento desse potencial é mais indicado para a climatização de edifícios, (figura 18).

Atualmente já existem algumas infraestruturas que exploram o potencial geotérmico que o país apresenta mas são ainda em número bastante reduzido e não refletem a prática corrente. O seu número reduzido associado ao seu investimento elevado, ou a ideia errada de investimento elevado, condiciona a diversificação e utilização desta tecnologia.

A versatilidade desta tecnologia é bastante grande podendo ser usada e aplicada a variados tipos de edifícios e estruturas. Desde a climatização de edifícios de habitação ou de serviços, ao aquecimento de estufas e piscinas o potencial para a aplicação é grande, como se verifica em alguns países europeus, onde esta tecnologia ocupa já hoje uma fatia significativa na balança das energias renováveis.



**Figura 18: Áreas com Potencialidades Geotérmicas e Gradiente Geotérmico Médio em Portugal**

Fonte: [http://www.lneg.pt/CienciaParaTodos/edicoes\\_online/diversos/rec\\_geotermicos/texto](http://www.lneg.pt/CienciaParaTodos/edicoes_online/diversos/rec_geotermicos/texto)

Para o aproveitamento do potencial geotérmico na climatização de edifícios o sistema necessita 3 componentes fundamentais são eles o sistema de captação da energia geotérmica (furos), uma bomba de calor, e um sistema de distribuição de aquecimento/arrefecimento.

Desta forma e em termos simples o sistema funciona com a captação do calor pelos furos passando de seguida para a bomba de calor que é responsável pelo envio do ar quente ao longo da tubagem do sistema de distribuição. Este circuito repete-se continuamente retirando o ar frio do edifício e substituindo-o com o ar quente, como demonstrado na figura 19:

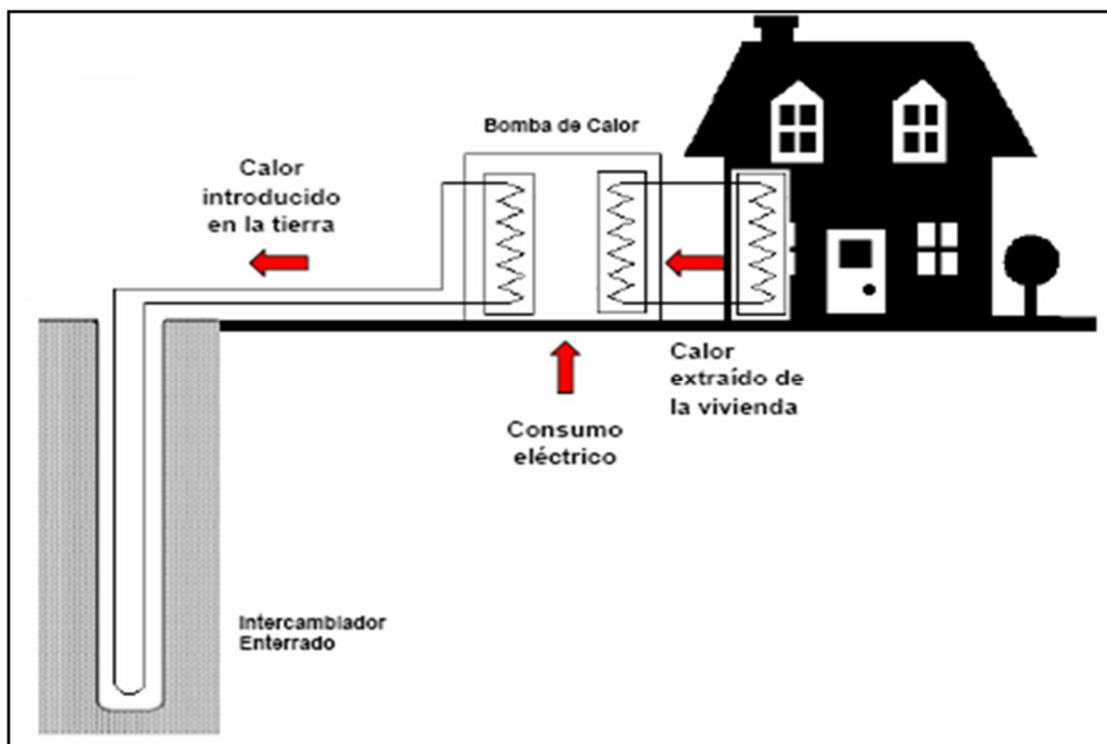


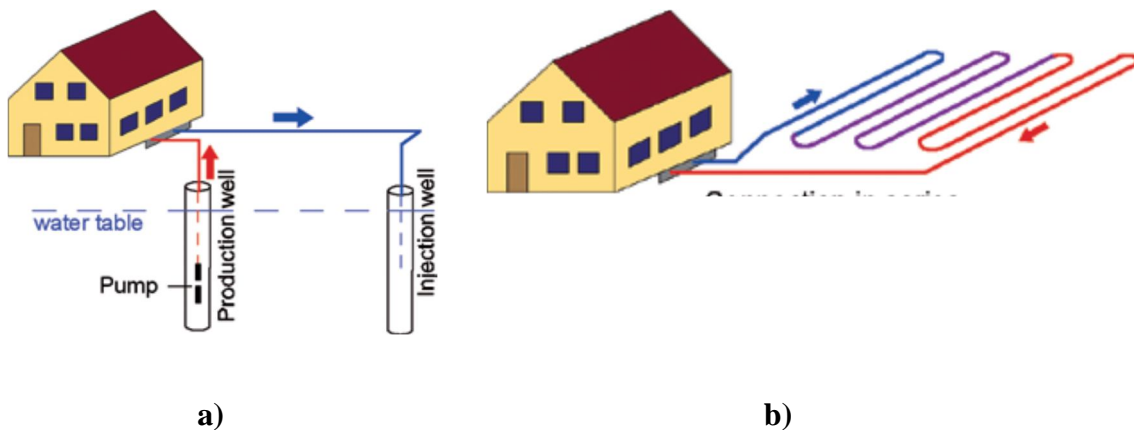
Figura 19: Esquema de uma bomba de calor geotérmica

Fonte: <http://twenergy.com/productos-para-ahorrarenergia/instalaciondeunabombadecalorgeotermica-en-el-hogar-118> Smog em Nova Iorque

A ligação á terra como o nome indica é o local onde as trocas térmicas ocorrem passando o calor do solo para o fluido que circula na tubagem enterrada. Estes furos podem ser de 2 tipos, consoante o tipo de sistema a que se refere, podendo ser verticais ou horizontais, (figura 20).

A grande diferença entre eles está nas restrições que ambos possuem não sendo uma solução, em termos técnicos superior à outra. Enquanto os furos verticais garantem a

temperatura adequada em profundidade, sendo que esta varia conforme as necessidades do sistema, os furos horizontais mantem uma profundidade baixa cerca de 3 metros mas ocupam uma extensão de terreno muito superior.



**Figura 20: a) Sistemas de furos verticais; b)Sistemas de furos horizontais**

**Fonte:** <http://egec.info/wp-content/uploads/2011/01/EGEC-Brochure-GSHP-2009.pdf>

Apesar destes sistemas de furos serem os sistemas mais comuns e mais disseminados no mercado, existem ainda outras tecnologias semelhantes que permitem obter o mesmo resultado, em concreto o aproveitamento das massas de água para efeitos de arrefecimento/aquecimento.

Esta tecnologia é em tudo semelhante à anterior mas utiliza em lugar dos furos no solo, a água. Esta água pode ser água superficial, caso de lagos ou cursos de água ou águas subterrâneas no caso de aquíferos e lençóis freáticos

As vantagens destes sistemas são claras não só em termos ambientais como também em termos económicos. Apesar de exigirem um investimento inicial mais avultado, a poupança energética é considerável. Na verdade e de acordo com (Tavares 2011), a poupança energética é de 25 a 60% de energia elétrica. Outras vantagens deste sistema são a longevidade do mesmo e a reduzida necessidade de manutenção.

Tudo isto aliado a uma poupança concreta torna este sistema uma alternativa muito interessante aos sistemas convencionais.

### **Capítulo III          Componente Tecnológica:**

Como se referiu anteriormente, a automação é outro dos parâmetros importantes quando se fala de edifícios inteligentes. Na verdade para muitos autores a Domótica é o principal fator que condiciona a Inteligência de um edifício sendo um edifício mais ou menos inteligente quantos mais sistemas conseguir integrar.

É verdade que a automação é por si só uma mais-valia, não só pelas características com que pode dotar um edifício mas sobretudo devido às potencialidades que habilita. Estas possibilidades não se restringem unicamente a fatores de poupança e gestão de recursos, para além disso existem sistemas e tecnologias que adicionam características específicas ao edifício e que o tornam muito mais comodo e adaptável ao uso que o utilizador necessita.

É esta versatilidade e personalização que os sistemas domóticos possibilitam que tornam o seu potencial tão elevado e por vezes até mesmo surpreendente, sendo mesmo nos dias de hoje possível apresentar soluções e aplicações que á poucos anos atrás eram uma utopia, ou ficção científica, Alberto e Alves, (2009).

Nos dias de hoje, onde o ritmo das vidas dos utilizadores é cada vez mais móvel e descentralizado, obriga que tarefas que até hoje eram desempenhadas pelos utilizadores sejam cada vez mais automatizadas, permitindo ao utilizador não desempenha-las ele próprio, mas indicando e monitorizando a sua realização, independentemente da distância a que se encontra, tornando a vida mais confortável e mais segura, Palma, (2008).

A cada dia que passa torna-se cada vez mais claro o papel fundamental que a automatização desempenhará nas nossas vidas futuras, sendo fundamental a criação de sistemas cada vez mais inteligentes e intuitivos que cada vez melhor se adaptem as necessidades dos utilizadores.

A oferta de soluções e tecnologias no mercado atual já são bastante interessantes existindo vários fabricantes e várias tecnologias, contudo e apesar de já existir tecnologias a preços acessíveis, a sua aplicação generalizada ainda é alvo de grande relutância, quer devido ao

desconhecimento das soluções existentes quer a ideias pré-concebidas de preços muito elevados e pouca fiabilidade.

### **3.1 – Tecnologias e Protocolos:**

Com a evolução da tecnologia principalmente a tecnologia informática, verificou-se um crescente aumento de aparelhos e sistemas que são capazes de realizar funções sem interferência humana. O aumento da potência destes aparelhos, que contrasta com a diminuição das suas dimensões, potenciou o aparecimento de novas formas de interação entre os utilizadores e os seus aparelhos.

A forma como a tecnologia modificou a vida humana é um fato inegável, sendo a dimensão dessa mesma mudança diferente, não só para cada indivíduo como para cada geração. Tecnologias como o Televisor, o rádio e a internet, o Walkman e o Iphone, foram marcos das suas gerações, influenciando a forma como os utilizadores veem o mundo e como interagem entre si.

Hoje em dia com a democratização da internet e com os avanços constantes da informática e da miniaturização, que permitem o aparecimento de dispositivos cada vez mais potentes e pequenos, é possível estar “on-line” a qualquer altura e em qualquer lugar. Se este fato for tomado em consideração, é perceptível que as próprias habitações possibilitem uma interação semelhante, quebrando assim as barreiras físicas do edifício e abrindo um novo mundo de possibilidades criadas á medida das necessidades do utilizador.

Como defende Alberto e Alves, (2009, p. 23), a domótica torna “(...) a vida mais confortável e mais segura, permitindo que tarefas rotineiras e aborrecidas sejam executadas de modo mais autónomo, pois o manuseamento do sistema pode ser feito conforme as necessidades do próprio utilizador.”

As necessidades do utilizador são a variável mais importante na implementação de um sistema domótico, sendo por essa razão fundamental a sua versatilidade, pois as necessidades de cada utilizador variam de forma abrangente. Fatores como a idade, a profissão ou o ritmo de vida do próprio utilizador, são condicionantes que o sistema deve incorporar de forma a conseguir corresponder as exigências criadas.

Segundo Dias & Pizzolato (2004), a domótica deve possuir um conjunto de aplicações, que quando integrada nas residências, seja capaz de proporcionar um aumento da qualidade de vida dos utilizadores.

Independentemente da sua complexidade, do seu custo ou da forma como é implementado, o sistema domótico tem como principal função garantir ao utilizador o máximo conforto possível, enquanto garante a sua segurança e o menor custo associado. Assim apresenta-se nos itens seguintes algumas dos sistemas mais conhecidos e melhor estabelecidos no mercado.

### **3.1.1 Sistema X-10:**

O sistema X-10 é o protocolo mais antigo nos sistemas domóticos. Este sistema foi originalmente desenvolvido no Reino-Unido e em 1997 a sua patente foi expirada.

Este facto suscitou o interesse de várias empresas na fabricação de dispositivos baseados nesta tecnologia o que resultou numa grande abundância destes no mercado.

De acordo com Alves e Mota, (2003, p. 7) é “O protocolo atualmente mais utilizado no mundo (...)”, devido á sua grande versatilidade e simplicidade.

Este protocolo funciona sobre a instalação elétrica convencional de um edifício, não sendo necessário mais nenhum tipo de dispositivo e sem implicar mais nenhum tipo de custo, (figura 21).

A facilidade de instalação e versatilidade deste sistema são as suas mais-valias, pois não necessita de nenhum tipo de conhecimento particular de eletricidade ou informática, sendo apenas necessário ligar os dispositivos a uma tomada elétrica. É um sistema pensado para o utilizador comum.

Estes dispositivos podem ser de 3 tipos, transmissores, recetores e mistos (transmissores\recetores). Por esta razão um sistema deste tipo será sempre formado no mínimo por 2 dispositivos, (um transmissor e um recetor) e possuem uma capacidade máxima de 256 recetores por cada transmissor.

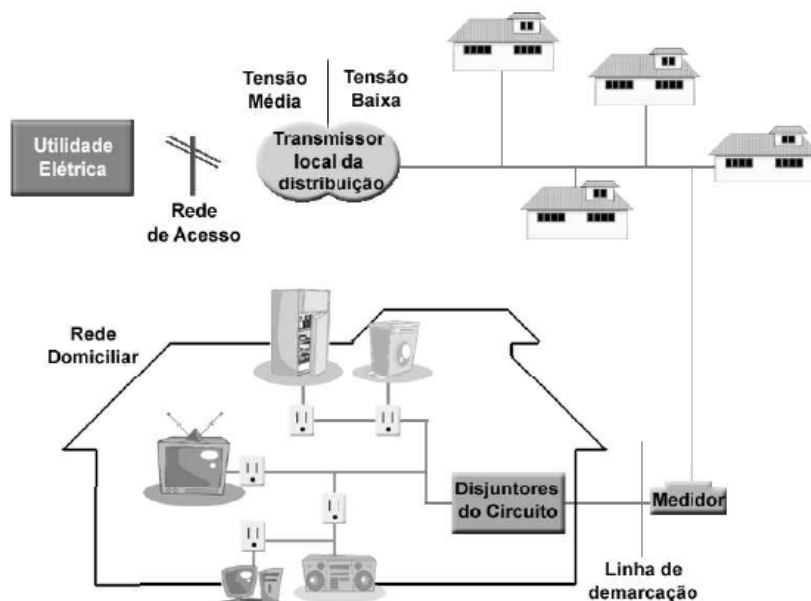


Figura 21: Esquema rede X-10

Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAf5usAF/artigo-cambraia-modificado>

Contudo e devido à concepção de “low cost” que está implícito na sua gênese, este tipo de tecnologia é algo precária e sujeita a grandes perdas e interferência, principalmente em sistemas com dimensões superiores a 185 metros o que associado às baixas taxas de dados que é capaz de suportar, torna esta tecnologia indicada apenas para o uso em redes de reduzida dimensão e reduzida complexidade.



Figura 22: Exemplo de dispositivos X-10

Fonte: <http://www.mkti.pt/activehome-pe%C3%A7as-p-1114.html>

### 3.1.2 Sistema EIB/KNX:

O EIB (European Installation Bus) é um Sistema destinado á automação de edifícios, utilizando uma topologia livre, ou seja, não depende de apenas um fabricante, (figura 23) Este sistema é uma iniciativa promovida por três associações europeias, a European Installation Bus Association (EIBA), a Batibus Club International (BCI) e a European Home Systems Association (EHSA) e surge como resposta da União Europeia na tentativa de minimizar a importação de produtos semelhantes do Japão e dos EUA.



Figura 23: EIB logo

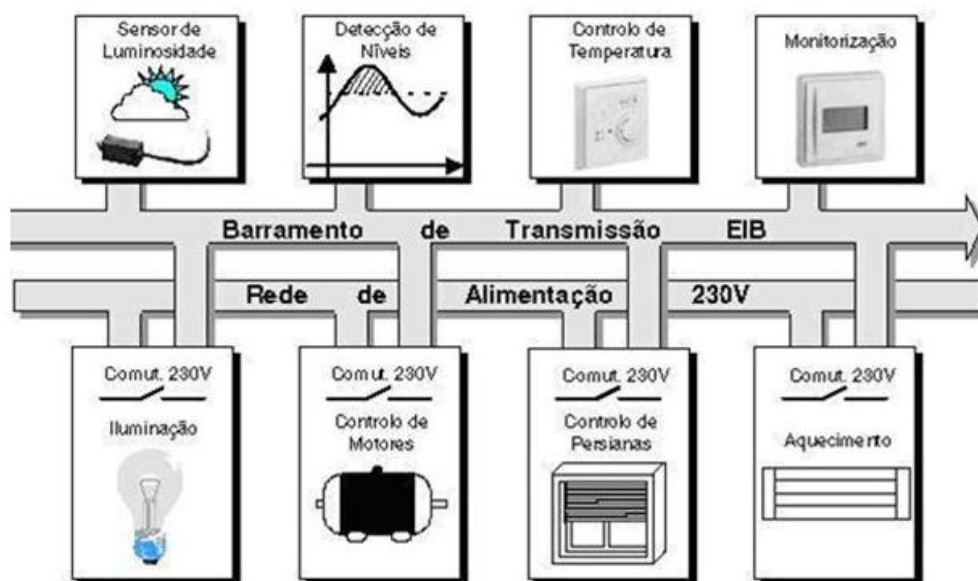
<http://www.dial.de/DIAL/en/measuring-and-testing/knx-eib/faq/how-do-you-get-the-eibknx-logo-on-your-device.html>

Os objetivos desta iniciativa são:

- Criar um único standard para a domótica e automação de edifícios que cubra todas as necessidades e requisitos no âmbito europeu;
- Melhorar as prestações dos diversos meios físicos da tecnologia para a efetiva consolidação da domótica;
- Introduzir novos modos de funcionamento que permitam aplicar uma filosofia Plug&Play a muitos dispositivos típicos de uma casa;
- Envolver as empresas fornecedoras de serviços como as de telecomunicações e de eletricidade, com o objetivo de desenvolver a tecnologia.

Em suma, partindo dos sistemas existentes EIB, EHS e BatiBUS, trata-se de criar um único standard europeu que seja capaz de competir em qualidade, prestações e preços, com outros sistemas como o Lonworks ou X-10, (figura 34).





**Figura 24: Componentes sistema EIB**

**Fonte:** <http://slideplayer.com.br/slide/281425/>

Este protocolo terá o melhor do EIB, do EHS e do BatiBUS. Esta tecnologia KNX está considerada como sendo a única de protocolo aberto para sistemas de controlo de casas e edifícios, existindo mais de 100 fabricantes de dispositivos KNX no mercado e uma oferta de mais de 7000 grupos de produtos certificados pela associação KNX.

De acordo com Alves e Mota, (2003, p. 97), “O EIB surgiu com o objetivo de ter uma implementação económica desde os pequenos edifícios até aos projetos de grande envergadura (...)”, o que revela a robustez desta tecnologia.

Esta tecnologia suporta até 64 dispositivos por cada linha de bus, (figura 25), podendo ser implementadas 12 linhas de dados dentro da mesma área e por sua vez até 15 áreas de bus no mesmo acoplador. No limite uma rede pode controlar 11 520 dispositivos, o que demonstra a capacidade potencial do sistema, sendo possível aplica-lo tanto a pequenas redes de baixa complexidade como a grandes redes de complexidade elevada



**Figura 25: Tipologia de uma rede EIB**

Fonte: <http://www.profelectro.info/?tag=casa-inteligente>

Contudo, devido à necessidade de redes elétricas complementares para o adequado funcionamento da tecnologia, associado à grande variação dos preços de fabricante para fabricante e que normalmente são preços elevados em todos os dispositivos, justifica em parte a grande dificuldade de afirmação desta tecnologia como líder de mercado.

### **3.1.3 Sistema Lonworks:**

O sistema Lonworks é uma tecnologia desenvolvida pela Echelon Corporation, (figura 26), e tem vindo a conquistar um lugar de destaque no mercado de automatização de edifícios, principalmente em edifícios destinados a atividades industriais.



**Figura 26: Echelon logo**

Fonte: <http://www.actian.com/products/operational-databases/versant/>

De acordo com Alves e Mota, (2003, p. 93), esta tecnologia foi (...) concebida com o intuito de solucionar o problema de controlo de sistemas, sobretudo ao nível do controlo industrial”, o que revela que o mercado alvo desde a sua fase de conceção é claramente o sector industrial.

O componente fundamental nesta tecnologia é o chip Neuron que apesar de ter sido desenvolvido pela Echelon, deve a sua fabricação a empresas como a Toshiba e a Motorola.

Este sistema é extremamente robusto e fiável o que permite que seja adaptado a qualquer tipo de utilização, seja um hotel um edifício administrativo ou um edifício industrial, contudo e devido ao preço relativamente elevado face a outras tecnologias semelhantes torna-o pouco apetecível para edifícios destinados a habitação, onde a complexidade reduzida aliada às pequenas dimensões não justifica o investimento. A rede deste sistema é basicamente constituída por uma rede de dispositivos inteligentes denominados de “nós”, que comunicam entre si através de um protocolo comum chamado Lontalk.

Cada nó na rede possui uma identificação única na rede o que assegura que a transmissão de informação entre os diferentes “nós” ocorre sem erros. A dimensão das redes baseadas neste tipo de tecnologia podem atingir dimensões consideráveis, pois de acordo com Dias e Pizzolato, (2004, p. 24), cada “nó” (...) pode suportar de 2 até 32.000 dispositivos”, (figura 27).



**Figura 27: Imagem de um dispositivo típico**

**Fonte:** [http://www.eltam-eh.com/Products/59/i.LON%C2%AE#!lego\\_prettyPhoto/0/](http://www.eltam-eh.com/Products/59/i.LON%C2%AE#!lego_prettyPhoto/0/)

Outra característica muito interessante desta tecnologia é o facto de cada “nó” possuir uma certa medida de inteligência o que permite ao mesmo enviar informações por redes físicas diferentes, ou seja, o mesmo “nó” pode enviar informações pela rede elétrica e ao mesmo tempo pela rede telefónica.

Esta descentralização aliada a taxas de transmissão de informação relativamente altas, cerca de 1,25 Mbps torna esta tecnologia bastante interessante como solução para redes de media a grande dimensão onde o fator custo pode ser mais facilmente atenuado.

### 3.2 A Domótica ao serviço do Utilizador:

As exigências das sociedades modernas, mudaram de forma considerável os requisitos exigidos para as habitações. O perfil dos utilizadores sofreu uma grande mudança, não só por razões demográficas mas também pelos próprios hábitos das populações. O aumento da esperança média de vida, associado à diminuição do número de filhos, reflete um claro envelhecimento da população, ao qual os novos edifícios inteligentes terão obrigatoriamente que adaptar os seus serviços, (figura 28).

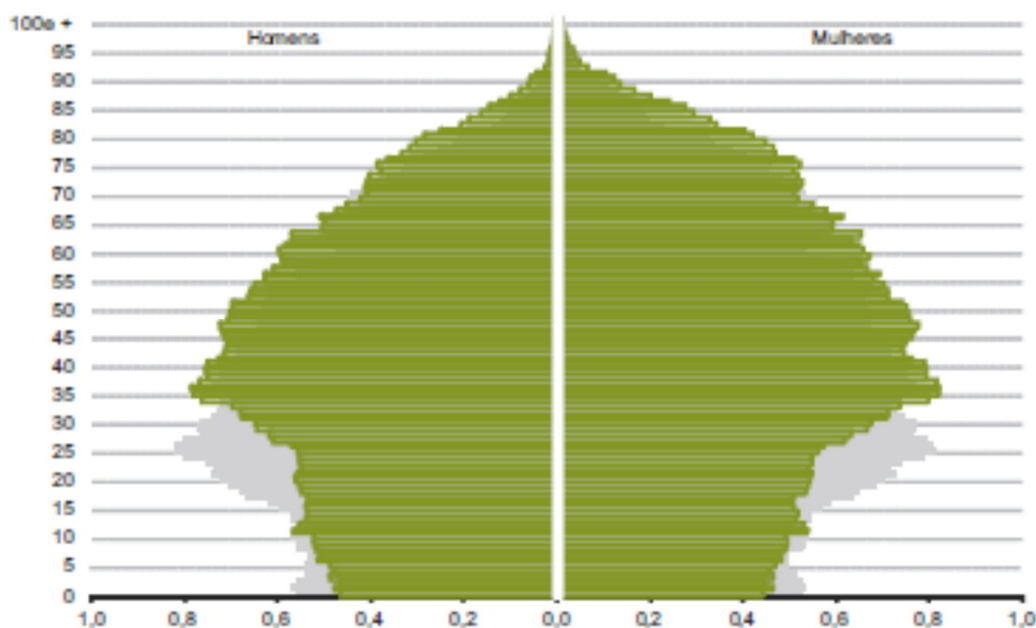


Figura 28: Pirâmide etária, Portugal (em percentagem da população total), 2001 e 2011;

Fonte: INE- Estatísticas Demográficas 2011

Para o ramo da construção, esta evolução demográfica tem implicações claras, ao nível da projeção e conceção dos edifícios sendo que as necessidades dos utilizadores é claramente diferente, face não só a idade mas também ao estilo de vida característico dos utilizadores daquela faixa etária.

Esta é uma oportunidade à qual os sistemas domóticos terão de se adaptar de forma a satisfazerem as necessidades dos utilizadores. A domótica tem feito avanços significativos no campo da gestão e poupança de energia, mas face ao novo paradigma imposto pelas necessidades dos utilizadores é expectável que comecem a surgir novos avanços em outras áreas como a segurança e a monitorização de saúde.

O grande potencial que apresenta na área da saúde torna possível a criação de sistemas que monitorizem a atividade e o comportamento dos utilizadores para além de monitorizarem também a forma como a sua saúde é afetada. Para além disso existe ainda um outro parâmetro onde as tecnologias inteligentes podem fazer a diferença, neste caso num âmbito mais social.

Hoje em dia devido ao envelhecimento populacional e ao clima de crise económica, verificou-se uma imigração jovem muito acentuada, e com isso registou-se um aumento considerável do número de pessoas idosas a viver sozinhas.

Ora face a estes factos, verifica-se um agravamento do sentimento de isolamento e ostracização, muito comuns na população mais idosa, que se agrava ainda mais no caso da população idosa do interior do país, onde a saída dos jovens é ainda mais notória devido ao número menor de pessoas que aí residem.

Neste contexto o desenvolvimento de tecnologias domóticas associadas à comunicação pode contribuir para a mitigação ou eliminação destes problemas.

Tecnologias de conversação e de diagnóstico de doenças e estados de saúde, podem fazer a diferença para populações mais isoladas e/ou com maiores dificuldades de mobilidade. Tendo em consideração que as sociedades modernas exigem que as tecnologias sejam cada vez mais moveis e descentralizadas, podendo ser acessíveis de qualquer lugar e a qualquer hora, torna-se imperativo que surjam também tecnologias com ideias diferentes.

Ao contrário da tendência que tem sido seguida a centralização do máximo de serviços possível numa determinada zona, (nomeadamente uma habitação) será no futuro, tendo em conta as projeções demográficas uma necessidade muito real.

### 3.2.1 Domótica e Saúde:

Nas últimas décadas a continua evolução da tecnologia tem impulsionado a humanidade para novos desafios em vários campos, que vão desde a forma como a humanidade se desloca, comunica e essencialmente da forma como vive. Estes progressos revolucionaram também a qualidade de vida, descobrindo curas e tratamentos para muitas doenças mas criando também, condições para o aparecimento de novas doenças. Muitas dessas novas doenças estão diretamente relacionadas com o facto de hoje em dia as populações viverem mais tempo e em melhores condições, dando aso à proliferação de doenças ligadas a idades mais avançadas, caso da doença de Alzheimer ou da doença de Parkinson.

De acordo com Chan et al., (2009), até ao final do século espera-se que o tempo médio de vida no planeta passe dos 46-89 anos, para os 66-93 anos. Para além disso espera-se também que o rácio entre jovens (superior a 15 anos) e idosos (superior a 65 anos), passe dos 9:1 de hoje para 4:1 até 2050.

Estas tendências demográficas, revelam que estas doenças ligadas ao avanço da idade podem evoluir de problema nas sociedades modernas para autênticos flagelos das sociedades futuras.

Este problema agrava-se mais nas sociedades desenvolvidas sendo um grande problema para os Governos, devido ao crescente aumento dos cuidados à terceira idade e do peso que isso implica às economias. Segundo Gustavsson cit in. Lotfi et al., (2011), os gastos com pessoas com demência na Europa ultrapassam os 72.5 mil milhões de euros por ano, e a tendência é aumentar.

De forma a mitigar esses efeitos e os custos inerentes, nos últimos anos, muito em parte ao aparecimento das tecnologias wearable, tem-se assistido ao aparecimento de tecnologias domóticas que procuram integrar este conceito nos seus sistemas.

O principal objetivo da domótica sempre foi melhorar a qualidade de vida dos seus utilizadores, e agora esta nova tendência procura ir mais além, melhorando também a saúde dos próprios utilizadores.

À semelhança dos sistemas domóticos comuns que usam sensores de forma a recolher informações sobre os hábitos de consumo de forma a gerir e rentabilizar recursos, como

por exemplo os sistemas de gestão elétrica, estes novos sistemas procuram monitorizar o comportamento e hábitos diários dos utilizadores de forma a poderem monitorizar a saúde e o estado clínico dos mesmos.

Estes dispositivos permitem realizar tarefas como medir o nível de glicose no sangue, ritmo cardíaco ou níveis de O<sub>2</sub>, para além de proporcionarem um maior conforto aos seus utilizadores, pois evitam deslocações desnecessárias ao hospital ou centro de saúde, o que para pessoas com dificuldades de deslocação pode ser muito problemático.

Para além disso estes equipamentos possibilitam uma monitorização constante dos utilizadores/pacientes o que permite aos profissionais de saúde obter um conhecimento mais profundo e exato dos problemas de cada paciente, e da forma como devem ser tratados.

Como as necessidades de cada utilizador são diferentes, a variedade de tecnologias e dispositivos em desenvolvimento são também muito variadas, sendo possível encontrar vários projetos em desenvolvimento em países como os Estados Unidos o Japão e a própria União Europeia.

### **3.2.1.1 Wearable Technologies: (Vestuário tecnológico, Implantes e dispositivos microcápsulas):**

O conceito de wearable technologies é um conceito bastante abrangente podendo ir desde tecnologias incorporadas em roupas e que são usadas como roupas convencionais, até dispositivos mais complexos que necessitam de ser cirurgicamente inseridos no corpo ou administrados como medicamentos.

Contudo, e de acordo com Lotfi et al., (2011), aqueles que apresentam maior potencial, são os dispositivos ligados ao vestuário, não só por apresentarem uma maior flexibilidade mas também porque a maioria dos utilizadores/pacientes preferem tecnologias não intrusivas que lhes permitam desenvolver as suas atividades diárias.

Estes dispositivos podem ser usados pelo utilizador ou incorporados na própria casa, através de uma rede de cabo ou wireless, ligada a uma central onde se processa os dados e diagnostica as possíveis alterações ao estado de saúde. A capacidade destes dispositivos em recolher e transmitir uma grande quantidade de dados como sons, imagens,

movimento corporal, parâmetros ambientais, (como luminosidade, temperatura e humidade), sinais vitais, (como pressão sanguínea, respiração, temperatura, frequência cardíaca, peso e ECG), padrões de sono e outros parâmetros como atividades diárias e interação social, permite elaborar um perfil personalizado para cada utilizador/paciente e identificar possíveis situações de risco.

A aplicação destes dispositivos em casos concretos, como por exemplo, doenças crónicas como doenças do coração, diabetes ou doenças pulmonares, pode ser uma mais-valia quer para os próprios utilizadores/pacientes como para os profissionais que os acompanham e ainda para as próprias famílias.

De momento esta tecnologia é muito recente e só agora começa a dar os primeiros passos, contudo já existem vários projetos. Projetos como o caso da SmartShirt, que monitoriza a respiração e o ECG, ou da Sensewear Armband, que monitoriza a temperatura do corpo em relação à temperatura ambiente ou o Lifeshirt que combina sensores como um ECG e um acelerómetro e consegue monitorizar o desempenho cardíaco em relação à atividade física.

Também a tecnologia com base nos implantes e as microcápsulas possuem alguns projetos em desenvolvimento. A Universidade de Waseda em Tokyo desenvolveu um dispositivo que é cirurgicamente implantado no corpo e regista os níveis de glicose do sangue e quando necessário administra automaticamente a insulina.

Na China, desenvolveu-se uma pequena capsula mecânica que quando ingerida permite controlar remotamente a administração dos medicamentos, para além de permitir recolher informação sobre o próprio trato intestinal.

Face a estes factos, torna-se claro que o desenvolvimento desta tecnologia é importante para todas as sociedades, principalmente as mais desenvolvidas onde se verifica um claro envelhecimento das populações sendo o objetivo, tal como Lotfi et al., (2011), argumenta melhorar o estilo de vida das pessoas, em concreto as pessoas mais idosas integrando sistemas inteligentes nas suas casas, e dotando-as de inteligência, de forma a reduzir os custos económicos e sociais.



### 3.2.1.1.1 SmartVest:

O conceito de Smartvest é integrar no mesmo sistema as funcionalidades de controlo de uma habitação, (luzes, aquecimento, etc.) e para além disso, incorporar também sistemas de monitorização de parâmetros fisiológicos, (como batimento cardíaco, respiração, transpiração, etc.), tudo isto inserido dentro de uma peça de vestuário, muito semelhante as peças de vestuário convencionais, (T-shirts, camisolas, casacos, etc.)

A composição do SmartVest pode ser decomposta em 2 módulos essenciais, o DomoVest, relativo ao controlo dos mecanismos responsáveis pela gestão do sistema da habitação e o MedVest, que diz respeito aos aspetos médicos, (figura 29).

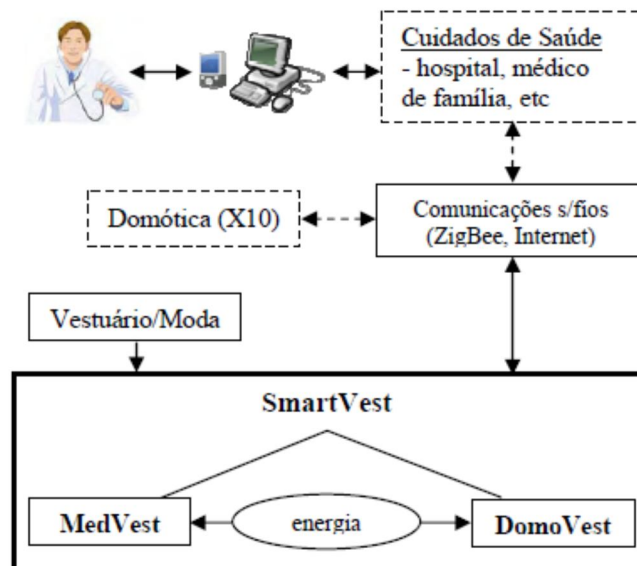


Figura 29: Arquitetura SmartVest

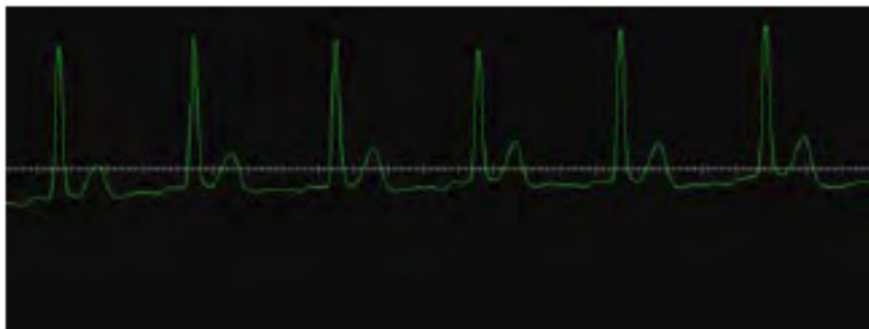
Fonte: SmartVest Integrating clothing with domotics , health care and information technologies.pdf.

O sistema possui ainda, um sistema de comunicação wireless, que permite a configuração com qualquer rede wireless comum, como um router normal e é também compatível com alguns protocolos domóticos mais comuns como o X-10. Isto significa que o sistema é dotado de uma flexibilidade muito grande sendo possível aceder remotamente pela internet e integrar o sistema em redes domóticas já existentes. Esta flexibilidade, “Permitirá facilmente aceder às funcionalidades proporcionadas por este tipo de sistemas de forma fácil e cómoda, principalmente para pessoas idosas ou com deficiência.”, Araújo & Salvado, (2010, p.2)

Na verdade o aspeto que mais interesse tem suscitado nas tecnologias weareble é o seu potencial para os cuidados de saúde, principalmente para os cuidados de saúde de forma remota. Existe uma grande quantidade de projetos em desenvolvimento que tiram partido do potencial desta tecnologia em vários países e Portugal não é exceção.

O projeto VitalJacket da empresa portuguesa Biodevices é um desses projetos, destinando-se a captar o sinal de ECG (Eletrocardiograma), (figura 30), e da frequência cardíaca que depois é transmitido para um PC/PDA onde os dados são então analisados.

Um outro projeto também em desenvolvimento em Portugal, neste caso pela Universidade da Beira Interior é o SmartClothing, destinado à monitorização da saúde fetal.



**Figura 30: Sinal ECG captado pelo MedVest**

**Fonte: SmartVest Integrating clothing with domotics , health care and information technologies.pdf.**

A atracção desta tecnologia é muito grande pois todos os projetos, seja qual for a diferença entre si e qual a atividade a que se destinam, (monotorização da saúde, melhoramento do rendimento desportivo, controlo tecnológico, etc.), todos eles assentam num principio básico comum que é o uso do vestuário, (figura 31), como plataforma de suporte.

Tendo em conta que 90% da pele se encontra em contacto com o vestuário e que esta é o principal interface do utilizador/paciente com a tecnologia, percebe-se porque esta plataforma é ideal para esta tecnologia. Para além disso o vestuário possui outras vantagens, como o preço reduzido, a capacidade de se ajustar a cada utilizador/paciente específico e de estar sempre presente, independentemente da atividade realizada.



A)



B)

**Figura 31: Protótipos Vestuário Inteligente:**

A) Protótipo Casaco Domovest; Fonte: SmartVest Integrating clothing with domotics , health care and information technologies.pdf;

B) Protótipo SmartVest Air Clearance System; Fonte: <http://respiratory-care-sleep-medicine.advanceweb.com/Resources/Comparison-Charts/Shaking-Things-Up.aspx>

Aliar no mesmo sistema funções médicas com as funções características da gestão e controlo de uma habitação para além dos claros ganhos em termos económicos directos, como a poupança das visitas médicas e ganhos nos custos com tarefas automáticas como a monitorização do ritmo cardíaco, respiração e insulina, tem ainda outros ganhos como o aumento do conforto dos utilizadores/pacientes, pois evita as deslocações desnecessárias as unidades de saúde.

Estes aspetos aliados aos sistemas domóticos tradicionais de segurança e gestão, pode significar uma clara melhoria da qualidade de vida das pessoas, em concreto as pessoas mais idosas e as suas famílias, pois potencia novas soluções com custos relativamente reduzidos, principalmente quando integrados em sistemas já estabelecidos.

## Capítulo IV Casos de Estudo:

### 4.1 Componente Ambiental Caso de Estudo:

#### Parque do Cercal – Campus para a inovação competitividade e empreendedorismo qualificado

De acordo com os conceitos de edifício sustentável enunciados anteriormente, apresenta-se em seguida o edifício Parque do Cercal de forma a demonstrar num caso prático alguns dos temas abordados.

##### 4.1.1 Apresentação do edifício:

O edifício localiza-se na freguesia de Santiago de Riba-Ul, concelho de Oliveira de Azeméis e tem como principal objetivo o funcionamento de uma escola, (Escola Superior Aveiro Norte- **ESAN**). Este edifício representa um investimento de aproximadamente 7 milhões de euros, sendo esse valor cofinanciado pelo QREN e possui uma área de implantação de aproximadamente 4200 m<sup>2</sup>.



Figura 32: Edifício Parque do Cercal – Apresentação

Fonte: Camara Municipal de Oliveira de Azeméis

A conceção deste edifício engloba-se na estratégia europeia para as infraestruturas municipais existindo por isso uma clara preocupação com o meio circundante e com o impacto energético do edifício, características muito importantes para a entidade promotora, no caso a Camara municipal de Oliveira de Azeméis, o que justifica algumas das opções construtivas tomadas.

Como o edifício se encontra localizado num terreno protegido, a sua conceção abraçou determinados critérios que por muitas vezes são descurados, nomeadamente a relação do edifício com o meio envolvente. Este terreno encontra-se no meio de 2 focos populacionais, sendo muitas vezes usado como atalho pelas populações que se deslocam entre as 2 localidades. Este facto tomou uma grande importância na conceção do edifício sendo uma das principais razões da sua forma retilínea, que muito se assemelha a uma ponte.

Esta ideia tem como objetivo possibilitar a passagem das populações pelo edifício usando o próprio edifício como ponto de passagem aliando assim a sua forma ao uso prático da movimentação das pessoas. Para além disso o edifício encontra-se apoiado em uma das suas extremidades por pilares em forma de árvore estrutural, (figura 33). Esta opção deveu-se não só ao carácter estético, mas também á presença de um curso de água nas imediações que está sujeito a variações do seu caudal, aumentando principalmente nas estações das chuvas. Esta medida visa também garantir a livre circulação do mesmo sem com isso comprometer a estabilidade e o funcionamento do edifício.



**Figura 33: Edifício Parque do Cercal – Apoios pilares Arvore**

**Fonte: Autor**

A localização associada à forma e ao conceito do edifício potenciam o aproveitamento energético do edifício, sendo por isso utilizadas técnicas e tecnologias não muito comuns nos edifícios tradicionais, assegurando da mesma forma que as exigências no que respeita aos níveis de conforto e durabilidade do próprio edifício estão de acordo com a legislação em vigor.

Devido ao carácter de terreno protegido foi também promovida uma ação de reflorestação. Isto deveu-se ao facto de ser necessário proceder ao abate de alguns sobreiros aquando da realização dos trabalhos para os acessos ao edifício. Esta ação foi levada a cargo por voluntários, na razão de 1:10, ou seja por cada sobreiro abatido a autarquia propôs-se a replantar 10 novos sobreiros.

Esta medida revela um grande cuidado e respeito em preservar as condições naturais do terreno garantido o equilíbrio da biodiversidade do mesmo, sendo que a presença destas árvores, revela-se muito benéfica não só para a qualidade do ar e para o conforto dos utilizadores do edifício como também para as populações de aves presentes, principalmente em altura de migração das mesmas.

Nesta ação de reflorestamento foram plantados cerca de 130 novas árvores, sendo que o efeito estético alcançado revela ser muito interessante predominando as cores verdes das



folhagens das arvores e transmitindo ao utilizador uma sensação de contacto com a natureza na qual o próprio edifício pertence à floresta, (figura 34).



**Figura 34: Parque do Cercal – fotos do terreno**

**Fonte: Camara Municipal de Oliveira de Azeméis**

#### **4.1.2 O Edifício e as condições do meio:**

Este edifício foi idealizado desde os primeiros estágios da sua conceção para obedecer a um critério de eficiência energética e partindo desse ponto prévio, todas as restantes decisões quer em termos funcionais e construtivos foram otimizados para que o edifício se comporte como uma máquina, aproveitando a energia que o rodeia presente no ar e no terreno rentabilizando os ganhos benéficos e rejeitando o que não interessa. Por essa razão foi fundamental conhecer as condições específicas do meio que envolve o edifício desde as características do solo, a exposição solar e a quantidade de água presente.

O edifício localiza-se a uma cota de 198m sobre o nível médio do mar com um clima continental temperado, caracterizado por Invernos chuvosos e Verões pouco quentes. O concelho de Oliveira de Azeméis está fundamentalmente condicionado pela proximidade do oceano Atlântico, principal fator que influencia o clima sendo o mesmo visível no nível moderado das temperaturas e na elevada humidade ambiente, bem como na elevada precipitação. Por essa razão as estações frias são chuvosas e frias para além de serem consideravelmente alargadas ocorrendo de Outubro a Maio que contrasta com uma estação moderadamente seca e curta, de Junho a Agosto e uma estação chuvosa e quente no mês de Setembro.



NASA Surface meteorology and Solar Energy: [RETScreen](#) Data



Latitude 40.633 / Longitude -8.65 was chosen.

	Unit	Climate data location
Latitude	°N	40.633
Longitude	°E	-8.65
Elevation	m	193
Heating design temperature	°C	3.26
Cooling design temperature	°C	29.00
Earth temperature amplitude	°C	17.69
Frost days at site	day	2

Month	Air temperature	Relative humidity	Daily solar radiation - horizontal	Atmospheric pressure	Wind speed	Earth temperature	Heating degree days	Cooling degree days
	°C	%	kWh/m <sup>2</sup> /d	kPa	m/s	°C	°C·d	°C·d
January	8.8	74.3%	2.03	99.3	5.2	7.8	272	21
February	9.7	70.8%	2.90	99.3	5.5	9.3	224	29
March	12.3	60.3%	4.26	99.0	5.3	13.0	167	89
April	13.8	58.9%	5.52	98.7	5.1	15.4	134	114
May	17.1	55.0%	6.35	98.7	4.7	19.6	64	215
June	21.3	48.1%	7.09	98.9	4.4	24.5	11	338
July	23.6	46.0%	7.01	98.9	4.5	26.9	0	423
August	22.9	50.8%	6.27	98.8	4.3	25.5	0	402
September	20.6	55.9%	4.84	98.9	4.2	22.2	9	324
October	16.5	65.7%	3.25	98.9	4.5	16.7	59	208
November	12.5	72.2%	2.18	99.0	5.0	11.8	155	90
December	10.2	74.5%	1.68	99.2	5.4	9.2	230	42
<b>Annual</b>	15.8	61.0%	4.45	99.0	4.8	16.8	1325	2295
Measured at (m)					10.0	0.0		

Figura 35: Parque do Cercal – dados meteorológicos

Fonte: <https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/retscreen.cgi?email=skip%40larc.nasa.gov&step=1&lat=40.633&lon=-8.65&submit=Submit>

A estratégia de refrigeração\aquecimento na sua componente passiva; foi delimitada pela localização física do próprio edifício, localização essa que se encontra num cavado. Essa condicionante será responsável pela condução de uma massa de ar mais fria que a circundante, algo que terá de ser tido em consideração aquando do cálculo das trocas energéticas com o meio.

O terreno onde o edifício se encontra apresenta também capacidades térmicas muito interessantes, que possibilitam o seu aproveitamento para o intercâmbio geotérmico. O solo é constituído por depósitos aluvionares até uma profundidade de mais ou menos 5 metros, dando lugar a um solo de composição areno-siltosa e por vezes argilosa a profundidades variáveis que vão dos 5 aos 15 metros, onde se encontra a rocha mãe com um grau de alteração médio\baixo de elevada compacidade.



Para além disso o terreno possui um nível de água situado pelos 5 metros, numa situação hidrostática, sem movimento. Estas características tornam o solo ideal para aproveitamento de energia geotérmica sendo possível obter uma extração de calor específica entre os 75 e os 80 w/m.

Assim as cargas térmicas que o edifício terá de suportar será as cargas do impacto do clima exterior e as do próprio uso do edifício, particularmente as cargas da iluminação

#### **4.1.3 O Edifício e as estratégias Bioclimáticas:**

A interação com o meio foi uma das pedras basulares na conceção do edifício que somadas as boas condições que a sua localização possibilita, permitem que este edifício atinja um grau de eficiência energética muito interessante.

De forma a satisfazer essa exigência o edifício apresenta-se sobre a orientação Norte-Sul, o que permite um bom aproveitamento e boa proteção solar. Para esse efeito contribuem as dimensões e a geometria dos beirais que permitem o aproveitamento da luz solar durante o Inverno e a captação controlada da mesma durante o Verão, (figura 36)

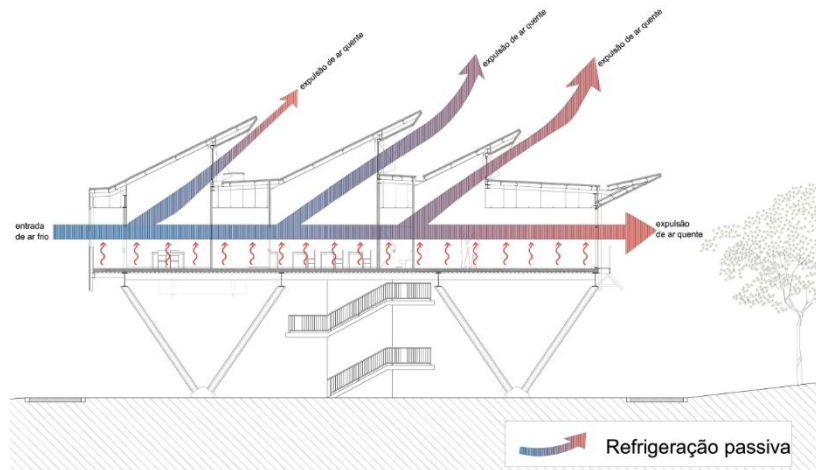
A cobertura constitui o dispositivo de proteção solar passiva dos vidros da fachada Sul e dos lanternins, permitindo a uma grande incidência durante o Inverno e uma baixa incidência durante o Verão. As dimensões dos envidraçados na fachada sul são também bastante grandes de forma a aumentar a exposição solar e os ganhos que daí advêm.



**Figura 36: Parque do Cercal – Fotos fachada Sul**

**Fonte: Autor**

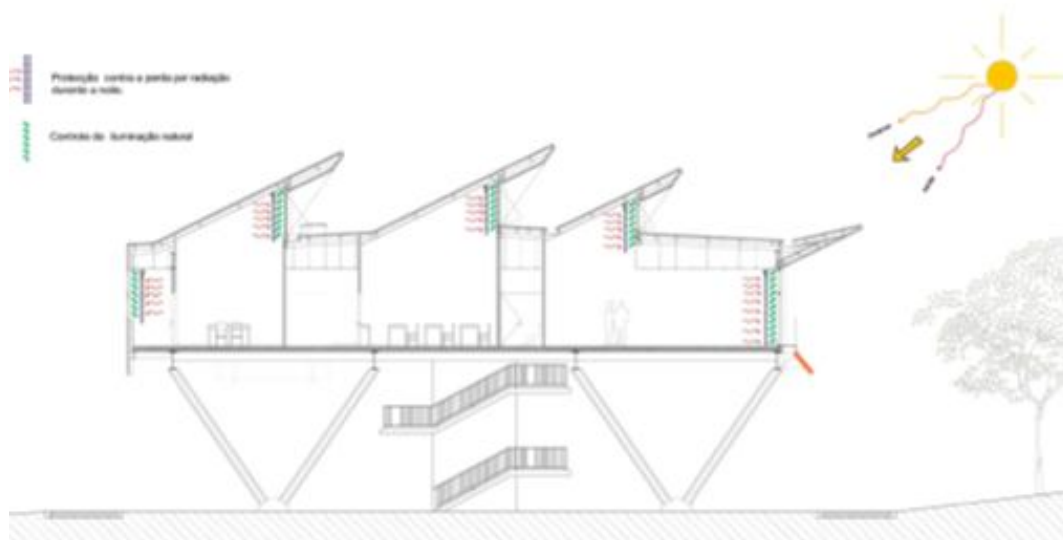
A disposição das divisões interiores são também dispostas de forma a potenciar a ventilação do edifício e o conforto dos utilizadores. Por essa razão as salas onde se desenvolve as atividades escolares localizam-se para Sul, de forma a garantir o aproveitamento da luz natural enquanto para Norte, estão localizados os espaços de acesso e comunicação. Estas zonas de serviço permitem com esta disposição a ventilação cruzada das fachadas Norte e Sul e as claraboias propiciam a ventilação passiva, (figura 37).



**Figura 37: Parque do Cercal – Ventilação Natural funcionamento**

**Fonte: Camara Municipal de Oliveira de Azeméis**

Além disso a conceção do edifício potencia o aproveitamento passivo da energia solar, uma vez que a própria geometria favorece a absorção de energia através da fachada Sul e das claraboias. Esta contribuição é essencial para o equilíbrio energético do edifício pois grande parte desta energia é utilizada para o aquecimento, (figura 38).

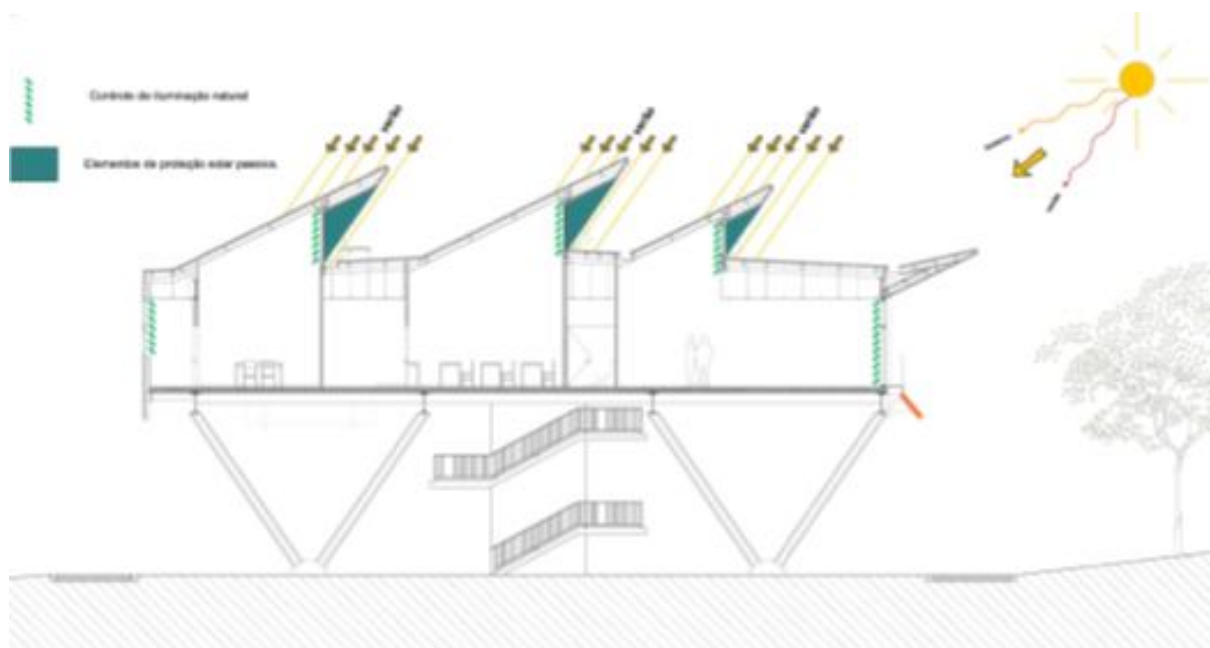


**Fonte: Camara Municipal de Oliveira de Azeméis**

**Figura 38: Parque do Cercal – Ganhos solares Inverno**

A iluminação Natural é também uma característica muito interessante deste edifício. A grande extensão envidraçada da fachada Sul aliada aos lanternins nos corredores e claraboias na zona Norte garantem não só que parte da energia solar a chegar aos envidraçados será convertida em calor, (figura 39), como possibilitam uma poupança muito significativa nos consumos de luz elétrica, uma vez que este sistema será gerido de forma complementar e com equipamentos de baixo consumo.

Os ganhos térmicos solares são á semelhança da iluminação uma variável importante do equilíbrio térmico uma vez que são responsáveis por uma parte do mesmo, estando a restante parte garantida pelo sistema de aquecimento e refrigeração geotérmico. Isto é especialmente verificado no Inverno onde os ganhos térmicos solares são mais perçetíveis em contraste com a temperatura mais fria do ar exterior do edifício.



**Figura 39: Parque do Cercal – Ganhos solares Verão**

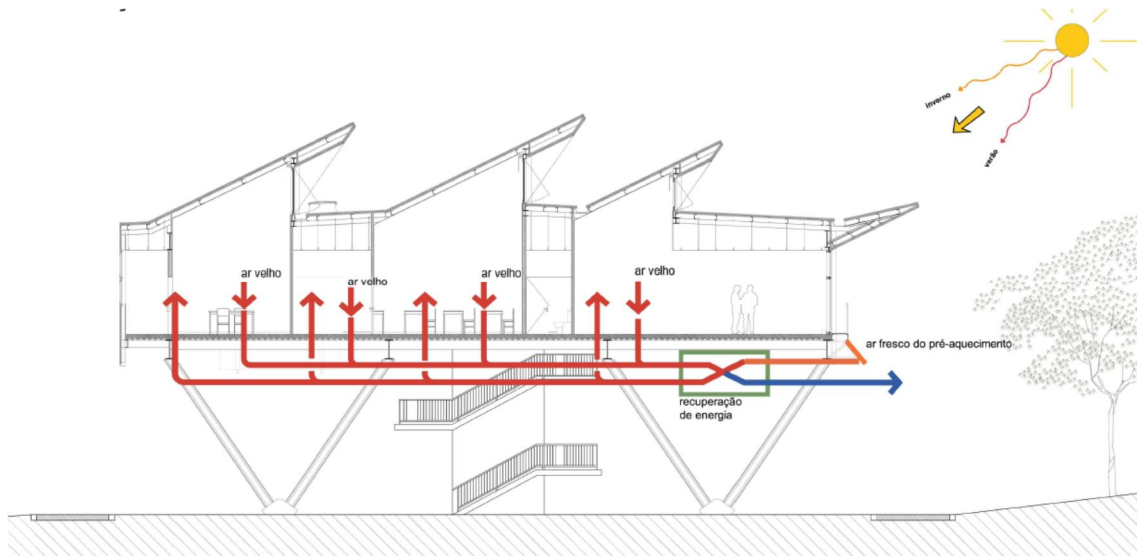
**Fonte: Camara Municipal de Oliveira de Azeméis**

#### **4.1.4 O Edifício a Ventilação e a Qualidade do Ar:**

A ventilação do Edifício é assegurada por um sistema de ventilação com recuperação de energia e controlo higrotérmico o que contribuiu para a boa qualidade do ar interior. O sistema deteta a qualidade do ar em função da humidade presente, o que garante a eficiência energética do mesmo, pois o seu funcionamento só ocorre caso seja realmente

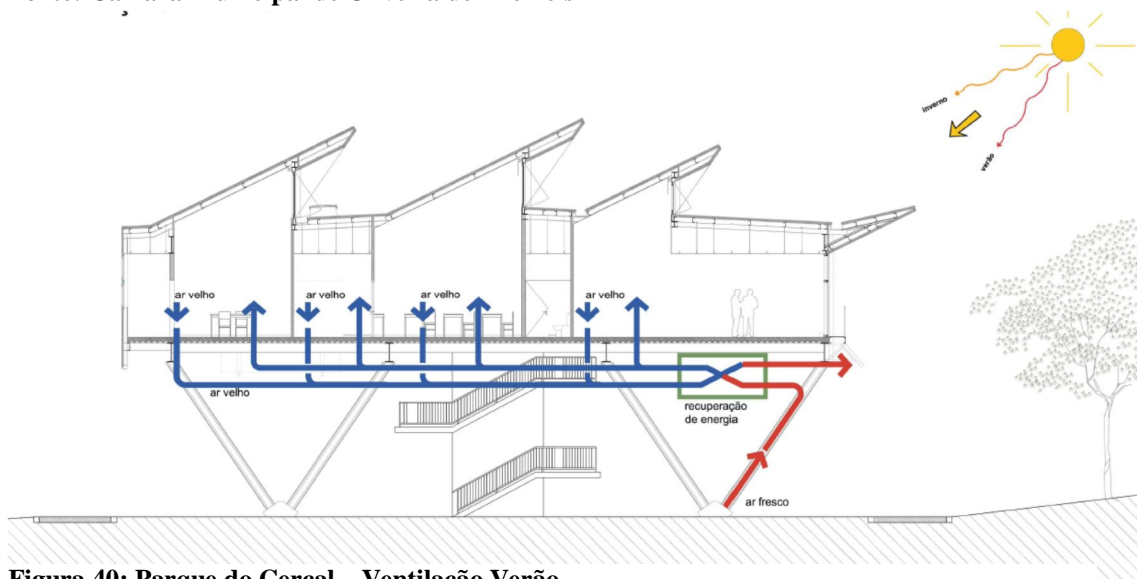
necessário. Para além disso o sistema recupera entre 60 a 70% da energia do que se renova, o que para o balanço energético são valores muito interessantes. Para além disso o sistema é alimentado com ar temperado, o que significa que o ar injetado no edifício consome menos energia, uma vez que é pré-tratado, (figura 40 e figura 41).

Houve ainda uma preocupação notória com os espaços destinados ao armazenamento de materiais potencialmente nocivos, no caso materiais que possuam exalações nocivas à saúde (tintas, plásticos e produtos de limpeza), sendo estes mesmos espaços dotados de ventilação natural, para correta dissipação dos gases.



**Figura 41: Parque do Cercal – Ventilação Inverno**

**Fonte: Camara Municipal de Oliveira de Azeméis**

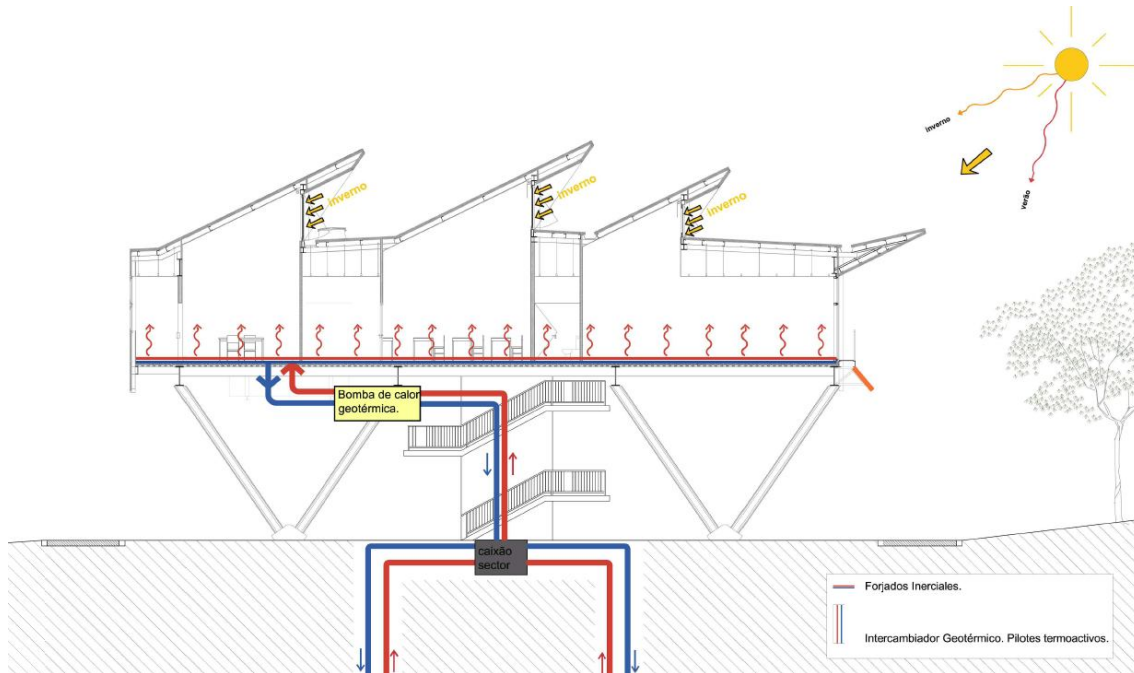


**Figura 40: Parque do Cercal – Ventilação Verão**

**Fonte: Camara Municipal de Oliveira de Azeméis**

### 6.5-O Aquecimento e a Refrigeração:

O sistema de climatização presente é um sistema radiante de baixa temperatura de lajes termoactivas que trabalham em interação com o sistema de captação geotérmico, (figura 42). Este sistema possui dois modos de funcionamento, um para o Verão e outro para o Inverno.



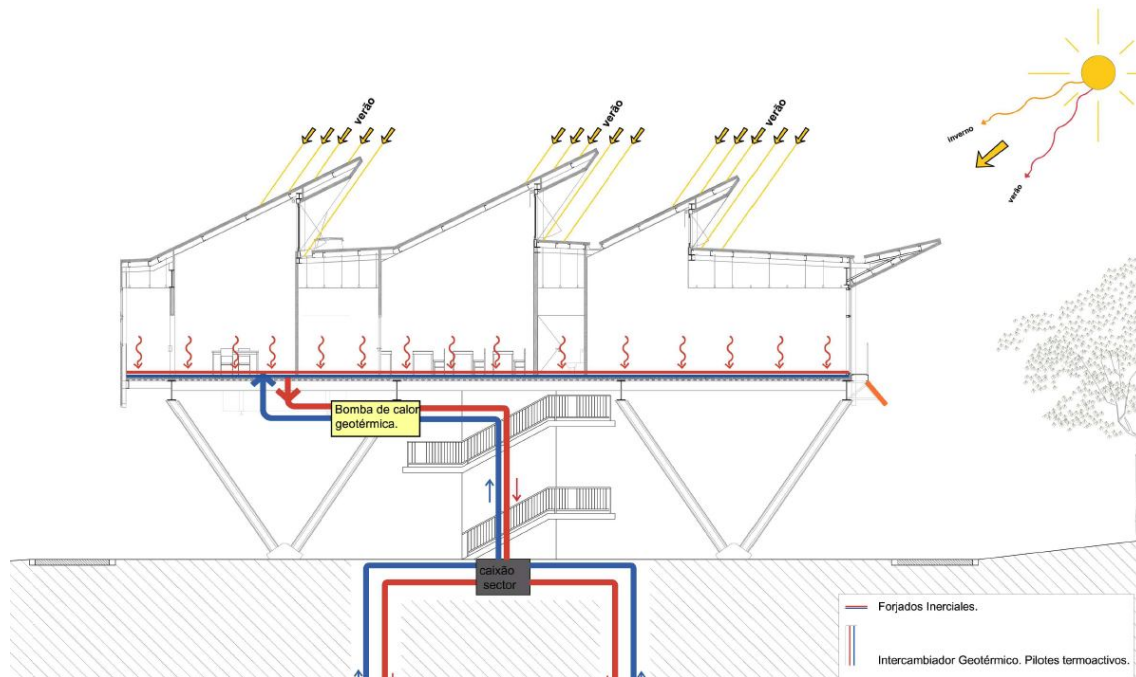
**Figura 42: Parque do Cercal – Funcionamento do sistema geotérmico (Inverno)**

**Fonte: Camara Municipal de Oliveira de Azeméis**

Durante o Inverno o sistema tira partido da temperatura mais elevada do solo em relação ao ar exterior, absorvendo o ar frio e enviando-o para o solo, com o objetivo de ser aquecido para depois ser injetado no edifício através do piso radiante. De salientar também o contributo que a radiação solar desempenha, uma vez que os ganhos gerados por esta ação nos envidraçados, são fundamentais para o equilíbrio térmico do edifício.

Por sua vez durante o Verão, o sistema tem a função inversa. O ar exterior encontra-se a uma temperatura mais elevada que a temperatura a que o solo se encontra, assim o sistema absorve o ar exterior canalizando-o para o solo a fim de ser arrefecido, (figura 43). O ar depois de arrefecido é então injetado no edifício através do piso radiante, garantido que o ar interior do edifício se encontra mais fresco que o ar exterior, e dessa forma garante o conforto térmico dos seus utilizadores. De salientar que a ação solar, em concreto os ganhos térmicos por radiação solar, são nesta estação contabilizados como ganhos

indesejáveis, sendo por isso fundamental a ação dos elementos de sombreamento, que garantem a mitigação desses ganhos indesejáveis.



**Figura 43: Parque do Cercal – Funcionamento do sistema geotérmico (Verão)**

**Fonte: Camara Municipal de Oliveira de Azeméis**

A estimativa para a redução dos gastos energéticos do edifício estima-se que esteja entre os 55% e os 65%, só em termos de climatização. O restante dos ganhos energéticos serão assegurados pelas energias renováveis de origem solar e geotérmica que garantem uma parcela a rondar os 75%.

Estes sistemas sincronizados entre si possibilitam ao edifício reduzir de forma muito significativa os gastos energéticos decorrentes da sua operacionalidade, o que torna este edifício muito interessante não só no aspeto ambiental como também no aspeto económico.



## 4.2 Componente Tecnológica Casos de Estudo:

### 4.2.1 The Gator Smart Tech House:

O Gator Smart Tech House foi concebido e desenvolvido na Universidade da Flórida, para fornecer uma plataforma para a experimentação e análise da aplicação de tecnologias inteligentes para uma casa interativa para além de estudar as respostas dos utilizadores, (figura 44). O foco desta casa/laboratório inteligente, de cerca de 230 m<sup>2</sup>, é o estudo de uma população-alvo, onde se inclui utilizadores com necessidades especiais e idosos, a fim de ajudá-los através do desenvolvimento de aparelhos inteligentes para melhorar a sua qualidade de vida, GhaffarianHoseini et al., (2013) e King e Jansen ( 2005)



**Figura 44: Gator Tech Smart House (GTSH)**

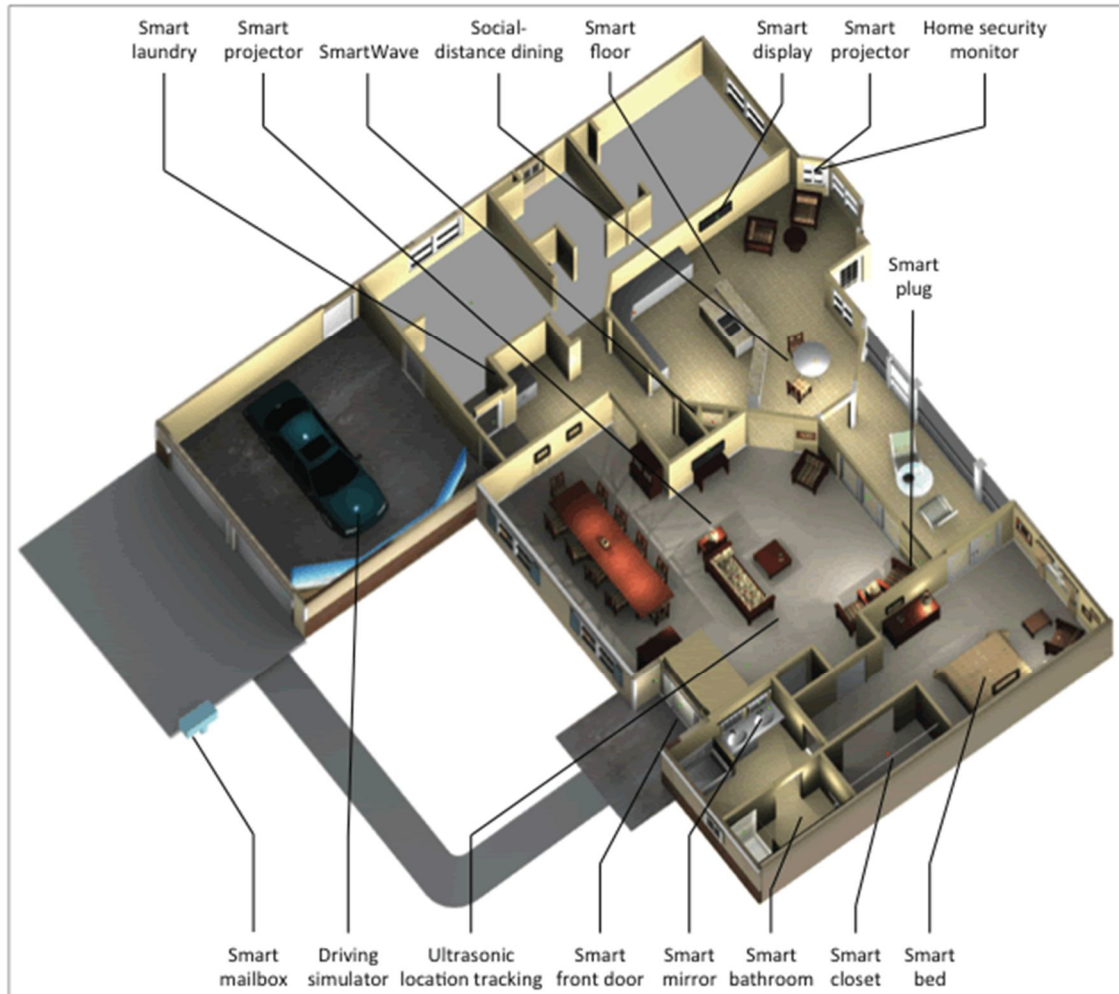
**Fonte:** <http://www.harris.cise.ufl.edu/gt.htm>

O Gator Tech Smart House é projetado para uma única família e destina-se a testar, analisar, verificar e validar a exequibilidade e a eficácia dos aparelhos integrados inteligentes para espaços inteligentes interativos.

O layout do Gator Tech Smart House foi concebido para mostrar os principais espaços e focar as tecnologias aí integradas.

Existem vários sistemas tecnológicos inteligentes dentro do Gator Smart Tech House, incluindo lavandaria inteligente, projetores, displays no chão, persianas automáticas, monitor de segurança em casa, cama, armário, casa de banho, espelho, porta da frente, e

caixa de correio, (figura 45), King e Jansen, (2005). Algumas das potencialidades desses sistemas são:



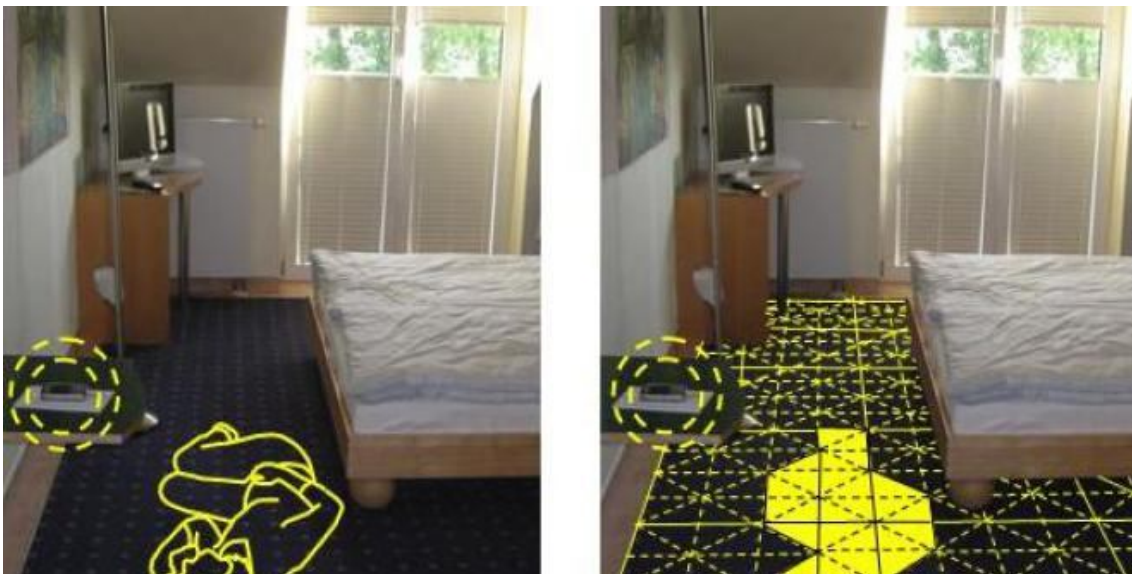
**Figura 45: Gator Tech Smart House Layout**

Fonte: <http://www.harris.cise.ufl.edu/gt.htm>

- Através da utilização de uma porta frontal inteligente, o utilizador pode observar as visitas e comunicar com elas.
- A utilização de persianas automatizadas nas janelas, permite que essas mesmas janelas sejam ajustadas automaticamente para o nível preferido de iluminação, privacidade e fluxo de ar.
- A presença de uma cama inteligente que permite “sentir” os padrões de sono dos utilizadores e ajusta-se com base nesses mesmos padrões, para além de recolher informação como a gravação das noites de insónia e a frequência destas.
- A lavandaria inteligente combinada com um armário inteligente pode notificar os utilizadores do tempo necessário para a lavagem da roupa enquanto um armário inteligente pode categorizar as roupas e propor a melhor alternativa a vestir com base na monitorização do clima, temperatura, vento e outros parâmetros relacionados.



- Um espelho inteligente localizado no quarto principal pode lembrar o utilizador de mensagens importantes ou notificar o utilizador sobre aspetos de saúde.
- Uma casa de banho inteligente pode incluir uma descarga inteligente, sensor de papel higiénico inteligente e chuveiro inteligente. A quantidade de água, a temperatura e a distribuição de sabão são ajustados e utilizados para o controlo da limpeza do utilizador automaticamente.
- Displays inteligentes são integrados em todos os espaços da casa para serem usados para entretenimento, informação e como meios de comunicação.
- O piso inteligente controla o movimento e a localização dos ocupantes da casa e pode até denunciar a situação de emergência em caso de queda, (figura 46).



**Figura 46: Piso Inteligente**

**Fonte:** <http://portugueseindependentnews.com/blog/2014/03/17/piso-inteligente-detecta-quedas-e-chama-ajuda/>

O Gator Smart Tech House, é, portanto, totalmente integrado com sistemas inteligentes que poderiam ser, na sua maioria, instalados e utilizados pelos utilizadores, sem o auxílio de pessoal especializado que levam a um ambiente orientado para a tecnologia mas de uma forma mais passiva e menos intrusiva, o que torna o ambiente mais confortável para o utilizador.

Nesse sentido, destaca-se que estes protótipos poderiam ser integrados para a criação de ambientes inteligentes, não só para os utilizadores idosos e com deficiência, mas também para todos os outros, a fim de reduzir os esforços e tempo gasto pelos utilizadores.

Revisitando as várias tecnologias inteligentes utilizadas nesta casa inteligente, é possível deduzir que o principal objetivo deste projeto é criar um ambiente favorável e de apoio, que permitam um melhoramento efetivo do conforto e da qualidade de vida.

#### **4.2.2 Matilda Smart House:**

O Estado da Florida, nos Estados Unidos da América, é um estado conhecido pelo clima quente, o que o torna num ponto turístico de eleição. Para além disso, tem-se verificado uma grande tendência na população idosa em residir neste estado, principalmente após a aposentação. Devido a essa peculiaridade tem-se verificado um crescimento muito significativo, nas últimas décadas, de pessoas idosas a viverem em lares ou em casas próprias.

Atendendo a este aspeto a Universidade da Flórida desenvolveu o projeto Matilda Smart House, para o estudo e implementação de sistemas e dispositivos nas áreas dos ambientes inteligentes. Este projeto incide muito na importância de manter as populações idosas independentes, sendo o âmbito da pesquisa, o desenvolvimento de mecanismos que o permitam, GhaffarianHoseini et al., (2013).

O projeto deve o seu nome “Matilda” ao manequim em tamanho real que simula a presença de uma pessoa na habitação, (figura 47). O manequim “Matilda” encontra-se caracterizado de modo a assemelhar-se com uma idosa, como a presença da sua peruca de cor branca e roupas sugerem, e possui sensores que permitem estudar a forma como o ambiente inteligente em que habita responde as necessidades criadas no dia-a-dia.



**Figura 47: Manequim Matilda**

**Fonte:** <http://www.research.ufl.edu/publications/explore/v09n1/extracts3.html>

A Matilda Smart House é um laboratório experimental de 50 m<sup>2</sup> que abrange os principais espaços funcionais de uma casa, incluindo cozinha, sala de estar, quarto e casa de banho. “Esta casa única é dedicado a novas ideias e conceitos inovadores, com vista à criação de condições de vida inteligente”, GhaffarianHoseini et al.,(2013, p. 5) . Concentrando-se nos tipos de tecnologias e aparelhos integrados, o foco principal deste projeto é a automação das necessidades diárias dos utilizadores, à medida que envelhecem.

A casa/laboratório consiste num ambiente totalmente mobiliado sala, cozinha, quarto e casa de banho, ocupando a maior parte de um laboratório do quarto andar no prédio de engenharia informática da Universidade da Florida.

Apesar do espaço reduzido, este engloba um grande número de dispositivos de assistência experimentais, indo desde um micro-ondas que reconhece alimentos e determina automaticamente quanto tempo deve despende a cozinhá-los a sensores que monitoram a localização dos utilizadores em casa.

Estes dispositivos encontram-se ligados em rede e integrados o que permite um controlo entre si e uma monitorização constante, sobretudo do utilizador, onde os sensores se encontram discretamente localizados sobre a roupa.

Alguns exemplos de como a casa inteligente facilita a vida dos utilizadores são:

- Em caso de inundação, a casa alerta o morador por telemóvel.
- Se uma visita chega à porta, os sensores identificam qual a sala onde o utilizador se encontra, e uma câmara de vigia envia a imagem da visita para um display na divisão onde o utilizador se encontra.
- Se o morador quer abrir a porta, ele ou ela pode por telemóvel abrir a fechadura eletrônica.

A Flórida possui um grande interesse no desenvolvimento de soluções de cuidados assistidos, pois até 2030 é esperado que o número de pessoas idosas a residir neste estado aumente de forma significativa. No ano 2000 o número de cidadãos com mais de 65 anos de idade perfazia cerca de 17,6% da população, aproximadamente 2,8 milhões de pessoas

e estima-se que até 2030 esse número aumente para 27,1%, cerca de 7,8 milhões de pessoas, de acordo com Clouser,(2006).

A casa inteligente propõe o próximo passo lógico na tecnologia centrada na assistência no domicílio. Contrastando a mistura de dispositivos de assistência desconectados já disponíveis, com uma rede de computadores centralizada, para prestar assistência eletronicamente coordenada.

Por exemplo, com comandos de voz ao telemóvel, um morador pode ligar as luzes, som, televisão e abrir e fechar as cortinas da janela.

Quando o utilizador se desloca de divisão em divisão, a casa sente-o, ligar a televisão e ajusta para a estação adequada. Se o utilizador está preocupado com a segurança, pode verificar pelo telemóvel se a casa está segura e verificar por voz se as portas e janelas se encontram fechadas.

Este projeto aborda as principais dificuldades das pessoas de idade e tenta desenvolver sistemas e mecanismos que possam resolver estes problemas, extrapolando depois essas soluções para um ambiente real.

### 4.3 Quadro Resumo:

Após a análise dos casos práticos, apresenta-se no quadro 2, uma síntese das principais características de cada caso abordado.

CARACTERISTICA	CASO 1	CASO 2	CASO 3
Integração com o Meio			
Sistemas de poupança energética			
Fontes de Energia Alternativas			
Sistemas de Gestão Integrada			
Controlo Ambiental			
Persianas Automatizadas			
Sensores de Localização			
Segurança Inteligente			
Monitor de Segurança			
Divisões inteligentes			
Caixa de Correio Inteligente			
Comandos de Voz			

**Legenda:**

Caso 1 - Parque do Cercal; Caso II - Gator Smart Tech House; Caso III - Matilda Smart House

Componente Tecnológica; Componente Ambiental; Componente Segurança; Componente Gestão de Sistemas; Componente Conforto

**Quadro 2: Características Casos Práticos**

**Fonte: Autor**

A análise das características dos casos práticos em estudo, compiladas no quadro 2, permite retirar algumas conclusões relativas ao objetivo de cada caso.

Apesar de todos os casos poderem ser considerados como exemplos de construção inteligente é notório que cada caso atribui maior importância a diferentes componentes.

No primeiro caso é claro que a componente ambiental foi aquela que maior relevância tomou na conceção do edifício uma vez que a eficiência energética e o aproveitamento de formas de energia alternativas como o sol e a geotermia estão entre as principais características deste edifício. Isto torna-se compreensível uma vez que o principal uso do edifício será para efeitos escolares o que significa que o mesmo tem de cumprir regras de eficiência energética a que as autarquias estão sujeitas.

Para além disso como o edifício tem um uso público também se entende que não exista uma personalização dos serviços do edifício centrada a um único utilizador, sendo o âmbito de atuação desses serviços mais abrangente (comunidade estudantil).

Nos dois casos seguintes, a principal componente que influenciou a conceção do edifício foi a componente tecnológica uma vez que ambos os edifícios se encontram apetrechados com um grande número de sistemas automatizados de forma a simplificar e facilitar a vida dos seus utilizadores. A grande diferença entre estes dois casos está no utilizador final e no conforto proporcionado a este.

Enquanto no primeiro caso o utilizador final será uma família, não especificando nenhum dos utilizadores, o caso três identifica como o seu utilizador alvo, os elementos mais idosos. O conforto do utilizador é a principal preocupação neste caso sendo todo o edifício conceptualizado para as necessidades específicas deste tipo de utilizador.

Em suma, todos estes casos podem ser considerados casos de construção inteligente que apesar de não atribuírem a mesma importância a todas as componentes de um edifício inteligente, procuram atribuir maior relevância à componente principal à qual o edifício se destina. Isto tem uma maior importância nos dias de hoje devido ao clima de crise económica vivido sendo possível adaptar o edifício inteligente às necessidades específicas de cada caso. Isto só é possível devido à grande adaptabilidade que um edifício inteligente proporciona, o que o torna uma plataforma dinâmica capaz de corresponder a praticamente qualquer tipo de exigência.

## Conclusões:

Com o presente trabalho monográfico pretendeu-se destacar a importância que a construção inteligente pode desempenhar no ramo da construção civil e da forma como os conceitos e tecnologias associados podem melhorar os problemas decorrentes das exigências dos dias de hoje.

Contudo e após a elaboração deste trabalho monográfico, é possível constatar que mesmo nos dias de hoje e apesar da grande evolução tecnológica e ideológica, ainda existe um grande desconhecimento sobre esta matéria, que se revela na reticência e pouca disponibilidade para implantar este tipo de soluções. Para essa reticência contribuem muitas vezes fatores de ordem económica, mas não só, sendo o desconhecimento das potencialidades e dos ganhos reais, diretos e indiretos, outro fator de grande relevância. Um dos exemplos claros desse desconhecimento pode ser verificado se analisarmos a evolução histórica que os edifícios inteligentes conhecerem desde a sua génese na década de 60 até aos dias de hoje, verificando-se a existência de opiniões divergentes sobre o que torna realmente um edifício num edifício inteligente mesmo entre autores e especialistas.

Para uns o aspeto fundamental é a tecnologia, (sistemas domóticos e automação), para outros, além do aspeto tecnológico a forma como o edifício se relaciona com o meio e os impactos que origina são também de grande importância, (conceitos bioclimáticos e de sustentabilidade), outros defendem ainda que o utilizador é o aspeto fundamental sendo o seu conforto e qualidade de vida a principal preocupação, (integração de sistemas, segurança, energia, etc).

Assim e depois de um estudo mais aprofundado onde se verificou os méritos de cada opinião, constatou-se que uma construção inteligente é aquela que incorpora as diferentes visões, sendo capaz de garantir o conforto dos seus utilizadores através da integração de diferentes sistemas tecnológicos, a partir de um design que potencie a sustentabilidade e a integração com o próprio meio.

O papel dos edifícios inteligentes neste tipo de construção é ainda mais importante quando se analisa o problema energético, problema esse que é comum a todas as sociedades

modernas. A capacidade que estes edifícios possuem de gerir estes recursos de forma a otimizar e minimizar o desperdício, quer seja pelo aspeto tecnológico, através de sistemas domóticos, que regulam a entrada de luminosidade ou quando as luzes elétricas devem estar ligadas, ou pelo aspeto do seu design, (aspeto bioclimático), onde o seu potencial para ganhos térmicos e luz solar, reduzem o uso de outras formas de aquecimento e de iluminação.

Se estas capacidades, inerentes ao próprio edifício inteligente, forem conjugadas com novas fontes e tecnologias de energia, nomeadamente energias renováveis, é possível não só mitigar o problema energético dos dias de hoje, como também evoluir para um novo patamar de “inteligência” dos edifícios.

Os edifícios inteligentes do futuro serão capazes de conjugar todas estas vertentes de forma a garantir que para além de satisfazerem as necessidades dos utilizadores, são também capazes de satisfazerem as condições do meio envolvente adaptando-se e moldando as suas características de forma a corresponderem as necessidades específicas de cada situação.

A título de exemplo, num cenário onde um edifício inteligente destinado à habitação é implementado em zonas diferentes como Portugal e Islândia, apesar de os edifícios serem virtualmente idênticos as condicionantes específicas de cada zona serão aspetos fundamentais na sua implementação. Apesar de ambos os edifícios corresponderem às necessidades essenciais de conforto e segurança, nos aspetos de sustentabilidade energética as soluções serão obrigatoriamente diferentes. Se no edifício localizado em Portugal grande parte da energia obtida poderia ser obtida através de fonte solar devido ao grande potencial dessa fonte energética no país, na Islândia a mesma solução não resultaria, pois o potencial solar do país é consideravelmente inferior ao de Portugal, sendo necessário adaptar essa variável a outra fonte energética onde o potencial Islandês seria maior, por exemplo a energia geotérmica.

Tudo isto demonstra que por mais parecido que as soluções sejam nunca são exatamente iguais, não existindo uma solução universal, é necessário que cada solução adapte as características específicas a cada projeto e é essa facilidade de adaptação que torna um edifício convencional num edifício verdadeiramente inteligente.



O conforto dos utilizadores é outro aspeto que está intimamente ligado aos edifícios inteligentes e na forma como o utilizador se relaciona com o meio. A forma como uma pessoa idosa ou com deficiência motora se relaciona com o meio é completamente diferente da forma que uma pessoa sem este tipo de limitações o faz.

Apesar disto, um edifício inteligente deve ser capaz de se adaptar às necessidades de cada utilizador, garantindo que o utilizador dispõe do máximo de conforto possível, independentemente da condição sem comprometer o ambiente e de forma pouco dispendiosa.

A forma como o edifício inteligente integra estas características, é muito importante não só em termos económicos mas também na forma como potencia as relações dos seus utilizadores com o meio, não só em termos ambientais como no aspeto social.

Isto influencia a disposição e criação das próprias cidades onde a criação de edifícios inteligentes é cada vez mais indispensável.

Quando se analisa as projeções populacionais para os anos futuros é facilmente perceptível que existe um aumento considerável da população mais idosa, o que representa um conjunto novo de desafios.

Por exemplo, as doenças que advêm do evoluir da idade, nomeadamente a doença de Alzheimer são doenças que limitam muito a qualidade de vida dos que dela padecem e significam custos bastante avultados.

Um edifício inteligente pode ser uma solução para a mitigação destes custos, enquanto ao mesmo tempo aumenta a qualidade de vida dos doentes.

A facilidade com que sistemas de rastreamento e de apoio médico podem ser incorporados nas habitações, significa que o tratamento e monitorização médica faz a diferença na qualidade de vida dos doentes, como foi exemplificado pelos casos práticos abordados no trabalho, (Matilda Smart House e Gator Smart Tech House).

Em suma, a construção com inteligência é fundamental para o futuro das novas cidades, face as crescentes exigências e tendências que vão sendo verificadas. A adaptabilidade dos edifícios inteligentes será o fator mais importante, não existindo um modelo único de edifício inteligente.

Um edifício inteligente para ser uma construção verdadeiramente inteligente tem de ser muito mais que a soma de tecnologia e sustentabilidade ambiental, terá de ser uma máquina que absorve os elementos tecnológicos e as preocupações ambientais e sociais,

como matérias-primas e transforma-as num produto diferente que potencia as relações inter-humanas sem exigir custos adicionais.

Numa construção inteligente a tecnologia é um enabler que se torna uma mais-valia quando integrada num todo e não será nunca, a única característica do que “realmente” é um edifício inteligente.

## Bibliografia:

- Alberto, C. & Alves, F., 2009. *Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto Interface Homem / Máquina para Domótica com Tecnologias Web*.
- Alves, J.A. & Mota, J., 2003. *Casas Inteligentes*, Lisboa: centro atlantico.
- Araújo, P. & Salvado, R., 2010. *SmartVest Integrating clothing with domotics , health care and information technologies*,
- Carlos, J., 2008. *Geradores Eléctricos para Aproveitamentos de Energias Renováveis*. FEUP.
- Chan, M. et al., 2009. *Smart homes - current features and future perspectives*., Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19729255> [Accessed May 26, 2014].
- Clouser, R.L., 2006. *Issues at the Rural-Urban Fringe : Will Florida Be Prepared for 2030 ? 1*,
- Comissão Europeia, 2013. Para um futuro sustentável «Europa 2020»: a estratégia europeia de crescimento.
- Dias, C. luiz de A. & Pizzolato, N.D., 2004. *Domótica Aplicabilidade e Sistemas de Automação Residencial*,
- GhaffarianHoseini, A. et al., 2013. *The essence of future smart houses: From embedding ICT to adapting to sustainability principles*, Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1364032113001342>.
- Gomes, R.C. de S.P.P., 2009. *C i d a d e s S u s t e n t á v e i s*. Universidade Nova de Lisboa.
- Gonçalves, H. & Graça, J., 2004. *Conceitos Bioclimáticos para os Edifícios em Portugal*, Amadora.
- José Pedro Ribeiro, 2004. *Edifícios Inteligentes Domótica e Arquitectura Bioclimática*. Universidade Fernando Pessoa.
- King, J. & Jansen, E., 2005. *The Gator Tech Smart House :*
- Lanham, A., Gama, P. & Braz, R., 2004. *Arquitectura Bioclimática Perspectivas de inovação e futuro*.
- Lotfi, A. et al., 2011. *Smart homes for the elderly dementia sufferers: identification and prediction of abnormal behaviour*, Available at: <http://link.springer.com/10.1007/s12652-010-0043-x> [Accessed June 14, 2014].
- Martins, F.R., R.A.Guarnieri & E.B.Perreira, 2007. *O aproveitamento da energia eólica*,

- Mateus, R., 2004. *Novas Tecnologias Construtivas Com Vista à Sustentabilidade da Construção*. Universidade do Minho.
- Nunes, R. & Sêro, C., 2002. *Edifícios Inteligentes : Conceitos e Serviços Os Edifícios Inteligentes A Evolução dos Edifícios e o seu Impacto Económico*,
- Palma, D., 2008. *Domótica KNX / EIB de Baixo Custo Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Palo, P.R., 2006. *Estudo da viabilidade da construção de edifícios inteligentes sustentáveis*. Universidade Anhembi Morumbi.
- Pereira, P.I., 2009. *Construção Sustentável : o desafio*. Universidade Fernando Pessoa.
- Reis, A.M.V. dos, 2012. *Aplicação de um sistema solar térmico a uma unidade de climatização em Portugal*. Universidade De Lisboa.
- REN, 2013. A Energia Eólica em Portugal 2012.
- Silva, C. et al., 2012. *Índice de Cidades Inteligentes - Portugal*, Lisboa: Inteli.
- Tavares, N., 2011. *Simulação energética de edifícios, energia geotérmica e estudo de ventilação por CFD*. Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Setúbal.

## **Sites:**

Alves F. (2009) As energias renováveis em Portugal- Ponto de situação. [Em linha]. Disponível em <<http://naturlink.sapo.pt/Natureza-e-Ambiente/Energia/content/As-Energias-Renovaveis-em-Portugal--Ponto-da-situacao?bl=1/>>. [consultado em 27/05/2014]

Andrade, V. (2012) Portugal tem 2.268 torres eólicas já instaladas. [Em linha]. Disponível em <<http://expresso.sapo.pt/portugal-tem-2268-torres-eolicas-ja-instaladas=f765322/>>. [consultado em 27/05/2014]

Edifícios Inteligentes: Conceitos e Serviços. [Em linha]. Disponível em <<http://www.domobus.net>>. [consultado em 06/03/2014]

Faria C. (2005) Arquitetura Bioclimática. [Em linha]. Disponível em <<http://www.infoescola.com/arquitetura/arquitetura-bioclimatica/>>. [consultado em 06/03/2014]

Fontes de energia renováveis. [Em linha]. Disponível em <<http://www.alentejolitoral.pt/PortalIndustria/Energia/Energiasrenovaveis/Paginas/Fontesdeenergiarenovaveis.aspx>>. [consultado em 27/05/2014]

Mais de 130 carvalhos foram plantados no Parque do Cercal. [Em linha]. Disponível em <[http://www.correiodeazemeis.pt/diarias.asp?idioma=item\\_lingua1&cfg=0&item=482&cat](http://www.correiodeazemeis.pt/diarias.asp?idioma=item_lingua1&cfg=0&item=482&cat)>. [consultado em 28/05/2014]

Energia Eólica. [Em linha]. Disponível em <<http://www.explicatorium.com/Energia-eolica.php>> [consultado em 11/06/2014]